Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

БЕСПЛАТНО

НАУЧ...
ЭЛЕК...

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МОСКВА — 1972 г.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ имени А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ СЛЕДУЮЩИХ СЕКЦИЙ:

электроники, применения радиоэлектроники в биологии и медицине, бионики и инженерной психологии, антенных устройств

МОСКВА — 1972 г.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

*Ю. А. Калинин, А. М. Кац*

### СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛБВ О-ТИПА

На основе современной нелинейной теории ЛБВО проведены исследования основных закономерностей взаимодействия электронного потока с бегущей электромагнитной волной, результаты которых сопоставляются с экспериментальными данными, полученными в результате исследования энергетической структуры электронного потока методом диафрагм с малым отверстием. Проведено уточнение определения поля пространственного заряда с учетом реального изменения высокочастотной составляющей тока вдоль продольной координаты и распределения высокочастотного поля по поперечной координате. Последовательное сравнение с экспериментом позволяет утверждать, что поле пространственного заряда является основным фактором, уменьшающим эффективность взаимодействия электронов с СВЧ полем в ЛБВО.

Теоретически и экспериментально исследованы режимы, при которых роль поля пространственного заряда сведена к минимуму. При этом условии к. п. д. оказывается близким к 40%.

Сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований позволило найти области соответствия современной нелинейной теории ЛБВО экспериментальным данным и наметить пути дальнейшего совершенствования математической модели взаимодействия электронного потока с бегущей волной.

*Ю. А. Калинин, А. М. Кац, Б. В. Песин*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЛБВО ПРИ БОЛЬШИХ ПАРАМЕТРАХ НЕСИНХРОННОСТИ

Приводятся результаты теоретического и экспериментального исследований влияния структуры электронного пучка в пролетном канале на выходные ВЧ параметры ЛБВ, рабо-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

тающей в режиме больших значений параметра несинхронности. Экспериментальные исследования параметров пучка проведены на разборных вакуумных макетах ЛБВ диафрагмой с малым отверстием.

Экспериментальные данные сравниваются с результатами теоретического расчета на основе «одномерной» нелинейной теории ЛБВО. Изменение параметров пучка в достаточно широких пределах практически не влияет на входные ВЧ параметры ЛБВ, работающей при больших значениях параметра несинхронности.

*Ю. А. Калинин, А. Ф. Панин*

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ПРОЛЕТНОМ КАНАЛЕ ЛБВО В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Приводятся результаты исследования структуры электронного пучка в пролетном канале ЛБВ при фокусировке пучка однородным и периодическим магнитными полями. Экспериментальное исследование распределения плотности тока, продольных и поперечных составляющих скоростей электронов по сечению пучка проводилось методом диафрагм с малым отверстием.

Результаты экспериментального исследования сравниваются с данными расчета, проведенного по уравнениям, описывающим формирование неламинарных электронных пучков с учетом радиальной составляющей ВЧ поля.

Исследования показали, что расфокусировка электронного пучка в динамическом режиме обусловлена в основном «медленными» (заторможенными ВЧ полем) электронами в пучке. В однородном магнитном поле динамическую расфокусировку можно существенно уменьшить, если увеличить амплитуду фокусирующего магнитного поля в конце замедляющей системы. При использовании периодических магнитных полей эффективная компенсация динамической расфокусировки может быть получена только при одновременном уменьшении периода и увеличении амплитуды магнитного поля в конце замедляющей системы.

*Г. Ф. Филимонов*

### О ВЫБОРЕ КРИТЕРИЕВ ПРАВИЛЬНОСТИ ПРИ ВЫВОДЕ «РАБОЧИХ» УРАВНЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ПРИБОРОВ ТИПА О

Системы уравнений, описывающие взаимодействие электронов и электромагнитных полей в различных работах, выведены с точностью до величин $\sim \varepsilon$, где $\varepsilon$ — параметр взаимодействия. В ряде случаев результаты, полученные по этим уравнениям, уже при $\varepsilon \sim 0{,}1 \div 0{,}2$ отличаются весьма заметно. Это стимулирует поиск наиболее правильных динамических уравнений, не выходящих за пределы указанной точности.

Каждая из использующихся в литературе систем уравнений приборов типа О имеет свои интегралы движения («закон сохранения»). Свои законы сохранения имеют и исходные уравнения Максвелла.

Предлагается считать правильным те «рабочие уравнения» нелинейной теории, первые интегралы которых совпадают с законами сохранения уравнений Максвелла. Непосредственно из уравнений Максвелла выводятся и обсуждаются интегральные соотношения, которые могут быть введены в действующие программы численного решения нелинейных уравнений для контроля за правильностью их вывода.

*Л. Н. Лошаков, Н. П. Кравченко, Ю. Н. Пчельников*

### ДИСПЕРСИОННОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ СПИРАЛИ В СЛОЖНОМ ПОПЕРЕЧНО-НЕОДНОРОДНОМ ЭКРАНЕ

В опубликованных ранее статьях была показана возможность уменьшения дисперсии в спиральных замедляющих линиях путем применения сплошного экрана с продольной проводимостью. Для конструирования широкополосных ЛБВ, помимо результатов этих исследований, представляет интерес рассмотрение свойств спирали.

В настоящей работе получено дисперсионное уравнение для медленной волны в сложной спиральной линии, состоящей из спирали, окруженной продольными металлическими полосами, расположенными периодически в поперечном сечении, и ограничивающего сплошного металлического экрана. Диэлектрические проницаемости среды внутри спирали, в области между спиралью и системой полос, а также между полосами и экраном считались различными.

Приближенное дисперсионное уравнение найдено электродинамическим путем в предположениях: достаточно большого замедления, создаваемого спиралью; малого углового размера каждой проводящей полосы, в связи с чем на полосе учитывался только продольный ток с постоянной поверхностной плотностью; замены спирали анизотропно-про-





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

водящей поверхностью; идеальной проводимости всех проводников линии и отсутствия диэлектрических потерь.

Решение волновых уравнений для каждой из трех областей принимались в форме совокупности угловых гармоник с одинаковой постоянной распространения вдоль системы. Применение граничных условий на поверхностях раздела с учетом допущений, указанных выше, и соотношения, отражающего периодический характер поперечной структуры рассматриваемой линии передачи, позволило получить дисперсионное уравнение в виде бесконечной суммы по индексу угловых гармоник. Анализ этого уравнения явился предметом отдельной работы.

*Н. П. Кравченко, Л. Н. Лошаков, Ю. Н. Пчельников*

### РАСЧЕТ ДИСПЕРСИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ В СПИРАЛИ ПРИ НАЛИЧИИ ПРОДОЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛОСОК

Для практического использования коррекции дисперсионной характеристики спиральной замедляющей системы с помощью продольных металлических полосок необходим расчет дисперсионного уравнения. Уравнение такой системы содержит бесконечное число медленно убывающих членов, соответствующих угловым гармоникам. Точное решение этого уравнения не представляется возможным. Ограничение нулевой и первой положительной и отрицательной гармониками не позволяет получить достоверного результата.

Уравнение несколько упрощается при отсутствии внешнего экрана и равенстве параметров сред внутри и снаружи спирали. Предположение о достаточно большом замедлении волны дает значительное упрощение дисперсионного уравнения и позволяет представить его в виде, удобном для численных расчетов. Расчет облегчается также выводом приближенных выражений для модифицированных функций Бесселя высшего порядка.

Рассчитаны дисперсионные характеристики для различного количества и различных угловых размеров металлических полосок, а также на различном их удалении от спирали.

Результаты расчета показывают возможность практически полного выравнивания дисперсионной характеристики с помощью небольшого числа металлических полосок.



*Ю. Н. Пчельников, Л. Н. Лошаков, Н. П. Кравченко, Ю. Г. Кристев*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНО-ПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОЛОСУ УСИЛЕНИЯ ЛБВ

Как следует из расчета, наличие снаружи спирали периодически расположенных металлических элементов приводит к существенному уменьшению дисперсии (значительно большему, чем в случае однородного металлического экрана) и, следовательно, к расширению полосы усиления ЛБВ. Сказанное подтверждается результатами экспериментальных исследований, выполненных на ЛБВ игольчатого типа при наличии снаружи баллона лампы различного числа металлических стержней, пластин, секторов, а также металлического экрана с продольными ребрами. При определенном числе корректирующих элементов дисперсионная характеристика замедляющей системы может быть практически сделана горизонтальной, а полоса усиления расширена до двух-трех октав. При этом уменьшение коэффициента связи электромагнитной волны с электронным потоком оказывается столь незначительным, что коэффициент усиления практически не уменьшается. Величина максимальной выходной мощности несколько падает, однако, это вызвано уменьшением рабочего напряжения при наличии корректирующих элементов, и электронный к. п. д. лампы остается на прежнем уровне.

Измерения дисперсионных характеристик макетов спиральной замедляющей системы показали возможность получения горизонтальных дисперсионных характеристик при наличии одной металлической полоски, расположенной в непосредственной близости от поверхности спирали.

*В. А. Солнцев, Г. В. Трофимова*

### ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЛН В СПИРАЛИ

С помощью ЭВМ дано прямое численное решение для волн, распространяющихся в спирали с круглым электронным пучком. Особое внимание обращено на переход от слабого пространственного заряда (малого тока пучка) к сильному пространственному заряду (большому току пучка). При слабом пространственном заряде полученные результаты практически совпадают с результатами решения куби-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ческого характеристического уравнения ЛБВ. Результаты, получающиеся при сильном пространственном заряде, позволяют уточнить величину усиления ЛБВ в линейном режиме.

*А. В. Зеньковин*

### НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛБВ

Динамическая амплитудно-фазовая характеристика ЛБВ или коэффициент преобразования амплитудной модуляции в фазовую (частотную) представляет интерес для многих областей применения ЛБВ и в первую очередь для систем радиорелейной и спутниковой связи. Известные методы экспериментального определения амплитудно-фазовой характеристики ЛБВ: с использованием фазометров или фазовых детекторов, два варианта спектрального метода, метод, использующий в качестве испытательного АМ колебания биения двух сигналов, не позволяют получить требуемой высокой разрешающей способности измерения и сложны в реализации.

Обосновывается и исследуется новый метод определения амплитудно-фазовой характеристики ЛБВ — коэффициента преобразования амплитудной модуляции в фазовую (частотную) с использованием испытательного АМ сигнала с синусоидальной модуляцией и измерителя девиации частоты. за счет компенсации паразитной фазовой модуляции, возникающей в источнике АМ сигнала, значительно повышается разрешающая способность и снижаются погрешности измерения. Амплитудно-фазовая характеристика определяется в динамическом режиме при требуемой скорости изменения амплитуды (частоты модуляции). Учитывается нелинейный характер преобразования амплитудной модуляции в фазовую (частотную) в ЛБВ, могут быть найдены коэффициенты при всех членах полиномов определяющих амплитудно-фазовую характеристику. Достоинством метода является возможность его реализации без предъявления высоких требований к входящим в измерительное устройство элементам, т. е. с помощью выпускаемых промышленностью узлов и приборов.

Анализируются факторы, ограничивающие разрешающую способность измерения, даются рекомендации по использованию метода, приводятся экспериментальные результаты.



*Н. М. Советов, Г. Т. Казаков, Н. И. Казакова, В. А. Неганов, Ю. М. Рубченко*

### ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛАМПЫ С БЕГУЩЕЙ ВОЛНОЙ

Метод фазовой плоскости может быть приложен к расчету лампы с бегущей волной (ЛБВ), если предположить сохраняющимся заданный уровень сгруппированного тока при возможном взаимном перемещении электронов, что приводит к изменению формы сгустка («мягкому» сгустку).

Интегрирование в этих предположениях уравнений движения электронов позволяет получить закон сохранения энергии и теорему кинетической мощности (энергии) электронов, при взаимодействии уже не с идеально-жестким, а с «мягким» сгустком. Решение с учетом уравнения возбуждения, соответствующей системы обыкновенных дифференциальных уравнений приводит к зависимости производной амплитуды поля от самой амплитуды.

Принято, что сначала процесс развивается по линейным законам и взаимодействие электронов с СВЧ полем описывается с помощью дифференциальных уравнений линейной теории, пока ток не достигнет некоторого «среднего» значения. Далее ток полагается по величине постоянным и расчет проводится с помощью метода фазовой плоскости.

Все расчеты могут проводиться аналитически, без привлечения ЭВМ. Однако для ускорения расчетов была создана аналоговая установка, решающая описанные обыкновенные дифференциальные уравнения для линейного и нелинейного режимов.

*И. А. Манькин, Ю. Ф. Конторин*

### ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ГРАНИЦ ПУЧКА И ПЛОТНОСТИ ТОКА НА СПЕКТР ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ЛБВ

Присутствие ионов остаточных газов в вакуумных приборах СВЧ может вызвать низкочастотную модуляцию параметров высокочастотного сигнала. В настоящем докладе представлены результаты теоретического анализа амплитудной и фазовой модуляции выходного сигнала ЛБВ, обусловленной низкочастотными колебаниями границ и плотности электронного пучка. Анализ проведен для линейного и нелинейного режимов работы ЛБВ. Исследованы условия, при



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

которых величина модуляции выходного сигнала является минимальной. Приведены численные результаты расчетов для сплошного и полого электронных пучков.

*А. И. Штыров*

### МЕТОД ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ В МНОГОСКОРОСТНОЙ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ СВЧ

Многоскоростная теория электронных приборов СВЧ базируется на системе уравнений А. А. Власова.

Концепция самосогласованного поля является наиболее простым вариантом статистического описания многоэлектронных систем, при котором не учитываются столкновения частиц.

Согласно этой концепции состояние систем описывается функцией распределения $f(\bar{r}, \bar{v}, \bar{t})$, через которую выражаются все макроскопические параметры системы.

Для целого ряда линейных задач (например, задачи о ЛБВ, ЭВЛ или задачи о распространении шумовых возмущений в дрейфующих электронных пучках), когда возможно представление функции распределения в виде малой возмущенной части $f_1(\bar{r}, \bar{v}, t)$ и равновесной $f_0(\bar{v})$ (в качестве которой выбирают обычно «полумаксвелловское» распределение), нахождение самой $f(\bar{v}, \bar{r}, t)$ не представляет трудностей.

Определение макроскопических параметров по найденной функции распределения является сложной задачей.

*В. С. Анищенко, И. П. Соколов, А. И. Штыров*

### АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА ЛБВ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Получены уравнения, учитывающие разброс электронов по скоростям и описывающие трансформацию шумов в электронных потоках с меняющимися электрическими и геометрическими параметрами. Показано, что кинетический потенциал, вводимый обычно для описания распространения скоростных флюктуацией в электронном потоке, может быть определен различными способами и должен содержать параметр разброса скоростей электронов.



Как следует из уравнений, в электронных пучках с переменными параметрами обычные инвариантные шумовые характеристики могут изменяться по длине потока и являются константами только в пучках постоянного сечения. Для частного случая параллельного пучка в гидродинамическом приближении рассчитан коэффициент шума ЛБВ и проведена его минимизация с использованием гидродинамических инвариантов.

*И. И. Тержов, А. Ф. Голубенцев*

### МИНИМАЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ШУМА МНОГОЛУЧЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ СВЧ НА ВСТРЕЧНЫХ ПОТОКАХ

Результаты анализа обобщенного лучевого усилителя СВЧ позволили решить задачу об определении минимального коэффициента шума многолучевого усилителя СВЧ на встречных потоках. Рассмотрена модель усилителя, в котором $(n+1)$ пучок взаимодействует с «нулевой» и $n$ прямыми, а $m$ пучков — с $m$ обратными пространственными гармониками замедляющей системы. При этом предполагается, что каждый электронный пучок синхронизирован и взаимодействует только с одной пространственной гармоникой, а отраженная волна отсутствует. Предполагается также, что перед входом в пространство взаимодействия каждый электронный пучок проходит через изменяемый трансформатор, который может изменять волновые компоненты пучка произвольным образом, удовлетворяя лишь закону сохранения кинетической мощности.

Рассмотрено общее выражение для минимального коэффициента шума многолучевого усилителя на встречных потоках, полученное минимизацией всех изменяемых трансформаторов, расположенных перед входом пучков в пространство взаимодействия. Показано, что если матрицы спектральных плотностей волновых компонентов электронных пучков на входе в изменяемые трансформаторы одинаковы для каждого пучка, то минимальный коэффициент шума многолучевого усилителя без потерь на встречных потоках равен минимальному коэффициенту шума однолучевого усилителя, в котором с той же замедляющей системой взаимодействует только один такой же электронный пучок.

Для двухлучевого СВЧ усилителя О-типа на встречных потоках, в котором один пучок взаимодействует с «нулевой», а другой с «минус первой» пространственными гармониками, построены зависимости коэффициента шума от основных рабочих параметров усилителя.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*В. А. Гребенчук, Л. А. Поспелов, В. Ф. Процай*

### СИНХРОНИЗАЦИЯ ЛОВ МОДУЛИРОВАННЫМ ПОТОКОМ

Рассмотрена нелинейная теория синхронизации ЛОВ для гармонической модуляции скорости электронов на входе. Анализ проведен методом последовательных приближений (метод Шевчика) и методом Овчарова — Солнцева (с использованием ЭВМ).

Найдена зависимость мощности ЛОВ от величины мощности модуляции и других параметров прибора. Для слабой скоростной модуляции результаты получены в явном аналитическом виде. Определена область значений параметра расинхронизма, при которых допустим устойчивый одночастотный режим колебаний.

*В. И. Малышенко, В. А. Солнцев*

### НЕЛИНЕЙНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОЧАСТОТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛБВ ПРИ БЛИЗКИХ ЧАСТОТАХ

При практическом применении ЛБВ в системах передачи информации необходимо иметь возможность производить расчет преобразования в ЛБВ сложного сигнала, состоящего из нескольких отдельных несущих, а также мощности переходных помех для каждой модулированной несущей.

На основе квазистационарного метода расчета рассматривается усиление многих сигналов в нелинейном режиме работы ЛБВ при условии, что составляющие сложного сигнала (несущие) близко расположены по частоте. Рассмотрены преобразования таких сигналов при нелинейных амплитудной и фазо-амплитудной характеристиках с учетом того, что каждая несущая является независимой и имеет случайно изменяющуюся фазу. Сложности расчета связаны с трудностью аналитического представления амплитудной и фазо-амплитудной характеристик ЛБВ при значительном изменении уровней входных сигналов. Применены два способа: представление характеристик полиномами с комплексными коэффициентами, учитывающими как амплитудную, так и фазо-амплитудную характеристики ЛБВ и представление характеристик таблицами. В первом случае дальнейшая статистическая обработка выходных сигналов производится достаточно просто, так как имеется их аналитическое представление в виде рядов. Недостатком такого способа является необходимость применения полиномов высоких степеней. Во втором случае при задании характеристик таблицами можно простыми средствами описать характеристики ЛБВ на сколь угодно большом участке изменения входного сигнала. Усреднение выходных сигналов при этом производится более громоздким способом — а именно способом Монте — Карло, при котором результат получается как среднее значение из многих реализаций.

Последним способом произведен численный расчет различных вариантов сложных сигналов, отличающихся по количеству несущих. При этом рассчитаны уровни всех несущих и комбинационных гармоник и произведена оценка точности метода при различном числе реализаций.



*Е. И. Васильев, В. И. Канавец, В. М. Лопухин*

### ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СГУСТКОВ И ЭЛЕКТРОННЫЙ К. П. Д. ВЫХОДНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИБОРОВ С ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Обычно расчеты электронного к. п. д. выходных устройств приборов с электронным пучком проводятся по разности кинетических энергий, влетающих в выходное устройство и вылетающих из него электронов. Однако при определении к. п. д. и оптимальных параметров приборов должен учитываться переход кинетической энергии электронов в потенциальную энергию сгустка. Выведено общее выражение для закона сохранения энергии в предположении кулоновской калибровки потенциалов, содержащее разность потоков потенциальной энергии через граничные поверхности резонатора, и разработан метод определения электронной проводимости.

Приведены вычисления к. п. д. выходного резонатора клистрона при интегрировании уравнений движения для дискретной модели пучка в неподвижной системе координат с учетом изменения потенциальной энергии сгустков. Полученные значения совпадают с величинами к. п. д., найденными по электронной проводимости.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Л. М. Борисов, Е. В. Жарый,*
*Д. М. Петров, Г. А. Самородова*

### СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННОГО КЛИСТРОНА В ОПТИМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ

Для усилительного клистрона, длины труб дрейфа которого и амплитуды СВЧ напряжений в зазорах оптимизированы с помощью ЭВМ, представлены амплитудно-частотные и амплитудные характеристики, рассчитанные на основе нелинейной аналитической теории каскадной группировки с учетом пространственного заряда и проводящего экрана, окружающего электронный поток. Для расчетных значений расстроек и добротностей (при расчетных оптимальных длинах труб дрейфа) реализован соответствующий режим экспериментального телевизионного клистрона и получены экспериментальные амплитудно-частотные и амплитудные характеристики.

Экспериментальный клистрон имеет двухзазорные резонаторы. Расчет проводился на основе эквивалентного представления двухзазорного резонатора соответствующим ему однозазорным.

Сопоставление расчетных и экспериментальных характеристик указывает на вполне удовлетворительное их взаимное соответствие: ход зависимостей и их особенности в основном совпадают.

*А. И. Карнаух, В. А. Карнаух,*
*С. Я. Нетребко, Д. М. Петров*

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЬНОГО КЛИСТРОНА (С МАГНИТНОЙ ФОКУСИРОВКОЙ) В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

На основе нелинейной аналитической теории каскадной группировки электронов в эквивалентном (усредненном) одноволновом приближении (с учетом пространственного заряда и окружающего электронный поток проводящего экрана) рассмотрена оптимизация в полосе частот основных эксплуатационных параметров пролетного клистрона с сильной магнитной фокусировкой (считается, что поперечным движением электронов можно пренебречь). Оптимизируется к. п. д. (коэффициент усиления) при заданной неравномерности усиления (к. п. д.) в заданной полосе частот.



Программа (составленная для ЭВМ М-220) предусматривает оптимизацию по нескольким группам параметров: расстройки резонансных частот резонаторов относительно средней частоты полосы, собственные добротности и добротности нагруженных резонаторов, длины труб дрейфа. Возможна оптимизация как по отдельным группам, так и по их комплексам, возможно «продолжение» оптимизации последовательно по нескольким группам. При оптимизации учитываются ограничения и исходные предположения теории, относящиеся к величине амплитуд напряжений группирующих резонаторов, к оптимальной амплитуде в зазоре выходного резонатора, к длине труб дрейфа. Приведены варианты расчета, соответствующие различным исходным данным.

*Б. С. Дмитриев, Ю. Д. Жарков, Э. А. Умеров*

### О ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОРЕЗОНАТОРНОГО КЛИСТРОНА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ЗОНДА

Задача оптимизации СВЧ приборов О-типа по входным параметрам является актуальной. Теоретические расчеты и проектирование на ЭВМ показали, что перспективными в этом отношении являются многорезонаторные клистроны и КРВ, которые обеспечивают высокие значения коэффициента усиления и к. п. д.

Результаты расчета электронных приборов СВЧ естественно требуют экспериментальной проверки. В связи с этим возрастает значение применения метода электронного зонда для указанной цели. Большие возможности в изменении многих параметров вневакуумного макета клистрона непосредственно в ходе эксперимента делают электронный зонд ценным инструментом при проведении широкой экспериментальной программы по оптимизации выходных параметров.

В настоящем сообщении приводятся результаты по оптимизации с помощью электронного зонда вневакуумного макета многорезонаторного клистрона десятисантиметрового диапазона с двухзазорными резонаторами путем подбора длин дрейфа между резонаторами и расстроек промежуточных резонаторов.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*С. В. Галактионов, Н. С. Осипова,*
*Д. М. Петров, В. Г. Рассадин, В. П. Яковлева*

### К СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНО СГРУППИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В МНОГОРЕЗОНАТОРНОМ КЛИСТРОНЕ

Рассмотрены условия, при которых в плоском зазоре выходного резонатора электроны, входящие в зазор, подходят к выходной плоскости со скоростью, близкой к нулевой, или со скоростью, не превышающей некоторой величины.

Анализ выполнен в кинематическом приближении и с учетом пространственного заряда на основе численного интегрирования уравнений движения дискретных заряженных частиц (дисковая модель электронного потока). При указанных условиях для выходной скорости электронов их входные скорости должны удовлетворять определенному закону распределения по фазам взлета. Получены результаты для разных амплитуд СВЧ напряжения в зазоре выходного резонатора.

*Л. Ф. Белякова, Г. Ф. Филимонов, Э. Н. Цыганов*

### РАСЧЕТ ПРОЛЕТНЫХ КЛИСТРОНОВ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ МЕТОДОМ САМОСОГЛАСОВАННОГО ПОЛЯ

С помощью нелинейных уравнений одномерной теории приборов типа О разработана методика расчета амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик пролетного клистрона с двухзазорными и многозазорными резонаторами. Для расчета самосогласованного поля резонаторов применяется итерационная процедура, при которой амплитуда и фаза напряжений рассчитываются по наведенному току и «холодному» импедансу резонаторов. Начальные значения амплитуд и фаз задаются несколькими различными способами, например, с помощью наведенного тока, рассчитанного без учета воздействия резонатора на электронный поток. При этом для группирующих резонаторов самосогласованное напряжение на зазорах резонаторов практически совпадает с начальным, а в выходном резонаторе требуется 3—5 итераций. Проводится сравнение различных вариантов итерационной процедуры. Приводятся примеры расчета амплитудно-частотных характеристик пятирезонаторных клистронов с многозазорными резонаторами.



*В. С. Андрушкевич, В. А. Зырский, Ю. Г. Гамаюнов*

### ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЗОНАТОРА, НАГРУЖЕННОГО ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

В рамках последовательного волнового анализа рассматриваются основные характеристики распределенного резонатора, пронизываемого электронным пучком. На основе использования матрицы рассеяния элемента связи найдены условия «горячего» согласования распределенного резонатора с линией передач. Приводятся аналитические выражения для величины резонансного подъема поля в резонаторе, значение его горячей добротности и смещения «горячей» резонансной частоты. Для распределенного резонатора, составленного из индуктивно связанных элементарных тороидальных резонаторов, представлены рассчитанные зависимости, иллюстрирующие характер изменения его основных характеристик (горячей добротности, смещения резонансной частоты, резонансного подъема поля и т. д.) от режима работы. Развитый подход расчета характеристик распределенных резонаторов, нагруженных электронным пучком, и полученные результаты, являются важными для анализа схем клистронов с распределенным взаимодействием, в частности, при комплексном изучении их амплитудных и частотных характеристик.

*В. С. Андрушкевич, Ю. Г. Гамаюнов,*
*Т. В. Киселева, А. И. Тореев*

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА АМПЛИТУДНЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИСТРОНОВ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Приводятся результаты численного расчета в режиме большого сигнала амплитудных и частотных характеристик 2- и 3-секционных клистронов с распределенным взаимодействием (КРВ).

Обсуждаются факторы, влияющие на величину достижимых к. п. д. и полосу усиливаемых частот КРВ, в частности влияние взаимной частотной расстройки распределенных резонаторов и различия фазовых скоростей попутных с электронным пучком волн, добротностей резонаторов и их взаимного расположения.

Обсуждаются вопросы оптимизации схемы КРВ в режиме большого сигнала по величине произведения к. п. д. на полосу усиливаемых частот.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*В. Д. Еремка*

### УМНОЖИТЕЛЬНЫЙ ТВИСТРОН СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Проведено экспериментальное исследование гибридного преобразователя частоты, у которого модулирующим каскадом — группирователем электронов — является тороидальный резонатор восьмимиллиметрового диапазона; каскадом отбора высокочастотной энергии от гармоник тока периодическая структура — гребенка, рассчитанная для работы в субмиллиметровом диапазоне длин волн.

Для формирования плоского электронного потока применена диодная асимметричная пушка и продольное фокусирующее магнитное поле.

При коэффициенте преобразования частоты $k_f = 10$, на длине волны $\lambda = 0{,}83$ *мм* получен коэффициент преобразования мощности $k_p \approx -30$ *дб*.

*Г. С. Самохин, Р. А. Силин*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСШИХ ПОЛОС ПРОПУСКАНИЯ ГРЕБЕНКИ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Предложен метод расчета «широкой гребенки», основанный на вариационных принципах электродинамики.

Для сравнения эффективности взаимодействия электронного потока с волной в полосе пропускания и на границах полосы введено обобщенное сопротивление связи, учитывающее потери в системе.

Приведены расчеты большого количества различных систем типа гребенки. Результаты численного расчета гребенки с бесконечно тонкими зубьями подтвердили выводы развитой ранее качественной теории образования полос пропускания. Они показали, кроме того, что в точках пресечения кривых дисперсии, построенных качественно, происходит разрыв дисперсионной характеристики (результат взаимодействия полей различных типов волн).

Показано, что имеются высшие полосы пропускания с большим сопротивлением связи, которые целесообразно использовать в релятивистских ЛОВ и ЛБВ. Обсуждается два способа подавления видов основной полосы пропускания: разделение видов по сопротивлению связи и разделение полос пропускания по замедлению.



С единой точки зрения изучены свойства резонаторов и замедляющих систем таких приборов, как ЛОВ, умножитель частоты на замедляющей системе типа «гребенка», оротрон, ладдетрон и ряд других.

Некоторые результаты расчета сравнивались с экспериментом. Получено удовлетворительное совпадение теоретических и экспериментальных данных по дисперсии.

*И. М. Блейвас, М. И. Захаров*

### АНАЛИЗ И РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МЕТОДОМ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ

Для расчета электрических и магнитных полей в электронных приборах, описываемых нелинейным уравнением Пуассона:

$$\Delta u = f(x, y, z, u)$$

предлагается использовать метод интерполирования, уже апробированный для решения одной нелинейной задачи теплопроводности. Основное преимущество этого метода по сравнению с другими методами заключается в том, что он позволяет заменить исходное уравнение системой обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме, т. е. разрешенных относительно производных. В качестве искомых функций выступают значения функции в узлах исследуемой области поля. Для интегрирования этой системы можно использовать стандартные программы. Выбор количества и расположение узлов диктуется условиями задачи и требуемой точностью.

Метод использован для определения электрического поля в поперечном сечении электронно-оптической системы, формирующей ленточный электронный поток. Плотность пространственного заряда в области пучка считается заданной функцией вида $f(x, y, z, u)$. Потенциалы замедляющей системы и холодного катода соответственно равны единице и нулю.

Решение контрольного варианта задачи [при $f(x, y, u) = 0$] совпало в пределах погрешности ($\pm 5\%$) с известным решением этой задачи методом конформных отображений и методом электролитической ванны.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Б. Л. Ушерович, Л. М. Лагранский, Н. Г. Семеновский*

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФУРЬЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА В ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРАХ М-ТИПА**

Рассматривается применение метода Фурье к анализу пространственного заряда в лучевых приборах М-типа. Сравниваются результаты, полученные этим методом и методом функций Грина. Анализируется количество гармоник, необходимое для правильного описания поля пространственного заряда в различных режимах.

*Б. Л. Ушерович*

**ПРИБЛИЖЕННАЯ ТЕОРИЯ МАГНЕТРОНА, ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО НАПРЯЖЕНИЕМ (МИТРОНА)**

В основу теории положены предположения, которые обычно принимаются в приближенной теории магнетрона: пренебрежение релятивистскими эффектами и высокочастотным магнитным полем, приближение одной вращающейся волны, учет только постоянной составляющей поля пространственного заряда, дрейфовое приближение для движения электронов. Кроме того, предполагалось, что в прикатодной «втулке» существует тонкий вращающийся слой с гармонически изменяющейся плотностью пространственного заряда — электронноволновой резонатор. Предполагалось, что электроны движутся под действием ВЧ полей анодной структуры и электронноволнового резонатора. Предполагалось также, что электроны захватываются в «спицу» на радиусе, соответствующем вершине первой циклоиды, и что на этом же радиусе располагался электронноволновой резонатор.

Задача решалась энергетическим методом. Учитывалось, что общая мощность взаимодействия распределяется между электронноволновым резонатором и анодной структурой. Мощность, поступающая в анодную структуру, расходуется на активном сопротивлении колебательной системы (потери и полезная нагрузка), а мощность, поступающая в электронноволновой резонатор, идет на обратную бомбардировку катода.

Наибольшую трудность представляет вычисление анодного тока, так как на анод поступают не все электроны, образующие спицу, а лишь часть этих электронов.



Оказалось, однако, что существуют такие области изменения параметров, в которых вычисление тока может быть существенно облегчено. Это область больших мощностей, для которых определяющую роль играют поля анодной структуры «сходящаяся» спица, и малых мощностей, для которых определяющим является поле электронноволнового резонатора («расходящаяся» спица). Для обеих областей удалось записать единую систему уравнений, в которой наибольшую трудность представляет решение трансцендентного уравнения, имеющего один действительный корень. Эту систему можно обобщить и на область промежуточных значений мощности.

На основе полученных соотношений могут быть приближенно рассчитаны выходная мощность, анодный ток и к. п. д.

*Л. М. Лагранский, Н. Г. Семеновский, В. К. Семенов*

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛБВМ С РАЗРЫВОМ ЗАМЕДЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

На основе численного решения уравнений, характеризующих поведение ЛБВМ в режиме больших амплитуд, исследуются выходные параметры прибора с разрывом замедляющей системы. Анализируется оптимальное с энергетической точки зрения положение разрыва в зависимости от уровня входного сигнала и параметра пространственного заряда электронного потока.

Проведенный анализ показывает, что к. п. д. усилителя с разрывом в широкой области изменения местоположения разрыва существенно выше к. п. д. однокаскадного усилителя и усилителя с внутриламповым поглотителем.

Рассматривается влияние отражений на выходные характеристики ЛБВМ с разрывом и внутриламповым поглотителем.

*Е. П. Бочаров, Д. И. Трубецков*

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МОДИФИКАЦИЙ ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРОВ МАГНЕТРОННОГО ТИПА С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ПОТОКАМИ**

Развита нелинейная теория взаимодействия криволинейных электронных потоков, движущихся в скрещенных полях, с замедленными электромагнитными волнами. Приведен ана-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

лиз лучевого усилителя магнетронного типа с циклоидальным электронным потоком, в котором на начальном участке пространства взаимодействия осуществляется отбор «неправильнофазных» электронов на холодный катод. При этом условии можно более чем в два раза сократить геометрическую длину пространства взаимодействия без существенного изменения величины выходной мощности (отбор неправильнофазных электронов на начальном участке повышает эффективность группирования). Уменьшение длины пространства взаимодействия приведет не только к уменьшению веса и габаритов усилителя, но и к повышению его устойчивости к самовозбуждению (по сравнению с обычной ЛБВМ).

Проведен анализ ЛБВ М-типа, работающей в режиме циклотронного резонанса (ЛБВМ на МЦВ). Ранее авторами было показано, что коэффициент шума ЛБВМ на МЦВ значительно меньше, чем коэффициент шума ЛБВМ, работающей в синхронном режиме. В связи с этим проведен расчет выходных параметров ЛБВМ на МЦВ при различных начальных значениях координат ведущего центра электрона и радиуса вращения. Результаты расчета свидетельствуют о том, что ЛБВМ на МЦВ по величине к. п. д. несколько уступает ЛБВМ, работающей в режиме синхронизма.

*Ю. И. Левин, Д. И. Трубецков*

### ЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРОВ МАГНЕТРОННОГО ТИПА С НЕОДНОРОДНЫМ В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

В рамках линейного приближения решена задача о взаимодействии СВЧ поля волноведущей системы электронного потока, движущегося в статических скрещенных однородном электрическом и неоднородном в поперечном направлении магнитном полях. Неоднородность в поперечном направлении статического магнитного поля приводит к появлению дополнительных сил, с помощью которых можно вмешаться в процесс группировки электронов в продольном направлении.

Неоднородность в поперечном направлении магнитостатического поля приводит при определенных условиях к увеличению коэффициента усиления ЛБВ магнетронного типа. В таком приборе (в отличие от ЛБВМ с однородным магнитным полем) возможно полное подавление сигнала даже при отсутствии потерь в волноведущей системе. Подбором величины и направления градиента магнитостатического поля можно «стабилизировать» диокотронную неустойчивость электронного пучка, что важно с точки зрения улучшения шумовых свойств прибора.

В ЛОВ генераторе магнетронного типа неоднородность магнитного поля приводит в некоторых режимах к снижению пускового тока.

*Ю. И. Левин, Д. И. Трубецков*

### ТЕОРИЯ ЛБВМ С НЕОДНОРОДНЫМ В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В РЕЖИМЕ БОЛЬШИХ СИГНАЛОВ

Проведено теоретическое исследование ЛБВ магнетронного типа с неоднородным в поперечном направлении магнитным полем в режиме больших сигналов. Сформулированы основные уравнения для модели тонкого электронного пучка. Рассчитаны фазовые траектории электронов и распределение ВЧ поля вдоль длины пространства взаимодействия. Исследованы основные характеристики прибора: к. п. д., коэффициент усиления, длина насыщения и др.

Анализ лучевых приборов магнетронного типа с неоднородным магнитным полем позволяет сделать выводы о перспективности подобных ламп.

*А. Г. Шеин, В. В. Старостенко, А. В. Сова*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЛЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛБВМ

В докладе обсуждаются результаты численного счета нелинейных уравнений, описывающих взаимодействие трехмерного электронного потока с электромагнитной волной в ЛБВМ. Учет конечных размеров пучка в поперечном сечении позволяет проследить влияние статических и высокочастотных полей на характеристики и работу ЛБВМ. Количество частиц, вводимых в пространство взаимодействия, менялось от 200 до 600. Результаты расчетов сравниваются с аналогичными данными линейной теории и результатами нелинейной теории, предполагающей размеры электронного потока неограниченными вдоль направления магнитного поля.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Г. А. Алексеев, Л. А. Поспелов*

**К НЕЛИНЕЙНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ЛБВМ И ЛОВМ**

В рамках теории ЛБВМ и ЛОВМ с бесконечно тонким электронным потоком и без учета пространственного заряда методом асимптотических разложений построена аналитическая теория ЛБВМ и ЛОВ. В работе учтены конечные омические потери ВЧ мощности и изменение кинетической энергии электронов в процессе взаимодействия. С учетом указанных факторов получены и проанализированы аналитические зависимости максимальной генерируемой мощности и оптимальной длины лампы в зависимости от параметров прибора.

*С. Н. Ильин, Г. Л. Соболев, Л. П. Родина*

**РЕЖИМ БИЕНИЙ В МАГНЕТРОНЕ, ПЕРЕСТРАИВАЕМОМ НАПРЯЖЕНИЕМ, СИНХРОНИЗИРОВАННОМ МАЛЫМ ВНЕШНИМ СИГНАЛОМ**

Обычно при анализе режима синхронизации приборов СВЧ основное внимание уделяется поведению прибора в полосе захвата. В данной работе проведено теоретическое и экспериментальное исследование режима магнетрона, перестраиваемого напряжением (МПН), при синхронизации его малым внешним сигналом вне полосы захвата. На основании выражений для амплитудных значений активной и реактивной составляющих наведенного тока, в МПН методом малого параметра получены соотношения, определяющие зависимость амплитуды и частоты выходного колебания от амплитуды и частоты синхронизирующего сигнала и выполнен численный расчет указанных характеристик. Проведена экспериментальная проверка полученных теоретических результатов.

*Г. А. Алексеев*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО РЕЖИМА МАГНЕТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА (ПЛОСКАЯ МОДЕЛЬ)**

В адиабатическом приближении для установившегося режима плоского магнетронного генератора резонансного типа исследована динамика электронного потока при двухчастотном взаимодействии. Рассмотрено влияние модуляции потока полем основной гармоники на мощность и частоту установившегося колебания высшей временной гармоники при рассинхронизме поля последней с потоком и фазовом сдвиге между гармониками. Показано, что модуляция большим сигналом основной гармоники приводит к повышению мощности колебания высшей гармоники и к увеличению стабильности частоты при изменении статических полей.

При модуляции слабым сигналом основной частоты при заданной постоянной плотности заряда наблюдается эффект подавления мощности гармоники. Основные результаты получены для второй временной гармоники поля.

*Г. Я. Левин, В. И. Вигдорчик, В. Д. Сахацкий*

**О МАКСИМАЛЬНОМ АНОДНОМ ТОКЕ МАГНЕТРОНОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОЛНЫ**

По мере продвижения в область все более коротких волн возрастает плотность тока эмиссии, снимаемая с катода магнетронов поверхностной волны (МПВ). В миллиметровом диапазоне для обычных катодов она близка к предельной. При этих условиях для обеспечения устойчивой работы магнетронов необходимо знать, как меняются свойства пространственного заряда в зависимости от величины анодного тока и тока эмиссии. Приводится выражение для зависимости величины минимальной эмиссии, при которой устанавливается статистическое однопоточное состояние в области электронной «втулки», от анодного напряжения и магнитного поля. Оценена максимальная величина анодного тока, которую можно полезно использовать в генераторном режиме МПВ, без существенного нарушения свойств пространственного заряда во втулке.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

*И. Т. Акулиничев*

### ЭТАПЫ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ МНОГОПРОФИЛЬНЫХ БОЛЬНИЦ И ПОЛИКЛИНИК

Комплексное оснащение многопрофильных больниц и поликлиник — это не только радикальный путь повышения эффективности использования медицинской техники, но и реальная возможность коренной перестройки всей технологии медицинского обслуживания в этом, наиболее важном, звене системы здравоохранения. Поэтому данная задача доведена до уровня народнохозяйственных планов, а конкретные задания определены текущим пятилетним планом.

Под комплексом понимается необходимое и достаточное количество физико-технических и медицинских методик и средств для решения комплексной диагностической и терапевтической задачи по заданным системотехническим (экономическим, физико-техническим, технологическим, социологическим) критериям с заданной степенью достоверности.

На первом этапе работы необходимо объединение творческих сил медико-технической общественности. Необходимо повышение активности специалистов не только в поиске оптимальных технических решений, но и в освоении новых организационных форм работы, охватывающей организацию различных министерств и ведомств. Требуется ускорение промышленного выпуска необходимых приборов и аппаратов, их оценка для работы в комплексе, а также быстрое освоение этой техники персоналом больниц и поликлиник.

Учитывая преемственность сложившихся традиционных методов и способов обследования населения, необходимо найти определенный компромисс между моделью «идеальной» системы и реальными условиями ее осуществления. В этой связи на втором этапе работы на выбранной медицинской базе (типичной многопрофильной больнице и поликлинике) осуществляется опробация и техническое усовершенствование технологии процесса обслуживания населения приборами и техническими средствами отечественного и зарубежного серийного выпуска. При этом осуществляется эмпирический выбор оптимальных и комплексных средств с учетом конкретных условий.

Параллельно обрабатывается «идеальная» система на не типовой базе (типа клиники НИИ), определяются «белые пятна» в физико-техническом, методическом и медицинском аспекте.

Исходя из эксплуатации введенных в реальных условиях комплексов и апробации «идеальной» системы, разрабатываются научные основы и принципы построения конкретных типовых комплексов с акцентом на рациональное использование автоматических средств обследования на базе новейших достижений науки и техники.



*Р. С. Дадашев*

### СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВЫХ СРЕДСТВ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Современные средства биомедицинских измерений в большинстве своем являются электронными приборами и охватывают довольно широкую номенклатуру измеряемых различных электрических и неэлектрических величин в диапазоне от инфранизких до сверхвысоких частот. При этом в медицине и биологии находят применение все без исключения виды измерений, включающие измерения физиологических параметров организма, биофизических и биохимических показателей биопроб, взятых от него, гигиенических параметров среды обитания биологического объекта и физиотерапевтических воздействий, оказываемых на организм в лечебных целях.

Соответственно медицинские измерительные приборы могут быть разделены на четыре большие группы, охватывающие диагностические приборы, приборы лабораторного анализа, гигиенические приборы и физиотерапевтические аппараты.

В докладе приведена классификация медицинских приборов по видам измерений, определены диапазоны и погрешности измерений, на основе чего рассмотрены вопросы их метрологического обеспечения с целью «привязки» их к существующим эталонам и образцовым средствам измерений и выявления номенклатуры специальных образцовых мер и средств, подлежащих разработке.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Анализ этого материала позволил сделать вывод, что разработанные в технических измерениях методы и образцовые средства в большинстве случаев оказываются непригодными для испытаний средств измерений биомедицинского назначения из-за специфики измерений на биологическом объекте, несовпадения в целом ряде случаев диапазонов измерений, отсутствия методов и средств их динамической градуировки, особенно в инфранизком диапазоне частот.

Эти вопросы нашли подробное отражение в докладе применительно ко всем группам медицинских приборов. В частности, для большинства диагностических приборов, в основном предназначенных для измерения динамических величин, показана необходимость разработки гаммы образцовых мер и средств для оценки их точностных характеристик в динамическом режиме по специальным тест-сигналам, имитирующим медико-биологические сигналы. Для этой же группы приборов поставлен вопрос о создании специальных образцовых средств, построенных с учетом условий измерений и некоторых свойств биологического объекта, в тех случаях, когда значительны погрешности методов измерений параметров организма.

Для приборов лабораторного анализа и гигиенических приборов выделены характерные вопросы, связанные с отбором, дозированием и приготовлением проб в процессе измерений, и вопросы создания стандартных образцов состава и свойств биологических субстратов и среды обитания, необходимые для их градуировки.

Для физиотерапевтических аппаратов показана необходимость в разработке тканеэквивалентных фантомов тела и дозиметрических приборов, служащих для оценки либо выходных параметров аппарата под нагрузкой, либо поглощенной телом дозы при различных видах физических воздействий, оказываемых на организм.

Особое место в докладе отводится рассмотрению вопросов метрологического обеспечения информационно-измерительных систем, предназначенных для оценки состояний и заболеваний организма по совокупности измеряемых медико-биологических величин, и радиотелеметрических систем, нашедших широкое применение в космической и спортивной медицине для измерения на расстоянии параметров организма в условиях его естественной деятельности.



*А. Р. Ливенсон*

## ЭЛЕКТРОМЕДИЦИНСКАЯ АППАРАТУРА И ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Интенсивный рост номенклатуры и количества электромедицинских приборов и аппаратов, а также специфические особенности их использования (непосредственное или косвенное применение электрической энергии для лечения и диагностики, введение датчиков, электродов и других частей аппаратуры в полости тела, повышенная чувствительность больного к электрическому току, недостаточная техническая грамотность медицинских работников и др.) выдвигают на первый план задачу обеспечения электробезопасности больного и обслуживающего персонала. Эта задача может быть решена только при выполнении следующих условий.

1. Применяемая аппаратура должна быть безопасной. Основными требованиями, предъявляемыми к электромедицинским приборам и аппаратам, являются: а) все части, находящиеся под напряжением свыше 24 *в*, должны быть защищены от прикосновения. Исключение делается для рабочей части и патронов ламп накаливания; б) токи утечки на корпус и на цепь пациента не должны превышать величин порядка 0,5 *ма* для переносной и 3,5 *ма* для стационарной аппаратуры; в) напряжение прикосновения при нарушении рабочей изоляции не должно превышать 24 *в*. В зависимости от способа выполнения этого требования аппараты делятся на классы защиты. Классы 01 и I — защитное заземление, класс II — дополнительная изоляция, класс III — питание от источника напряжения, не превышающего 24 *в*.

В частных случаях требования к аппаратуре могут ужесточаться. Например, для интракорпоральных кардиостимуляторов приборов с внутрисердечными катетерами и других устройств, имеющих непосредственное соприкосновение с сердцем, ток утечки не должен превышать 10 *мка*.

2. Медицинские помещения должны иметь правильно выполненное сетевое электропитание и необходимые средства защиты.

В отечественной практике применяется защитное заземление при сети с изолированной нейтралью и защитное зануление при сети с глухозаземленной нейтралью.

За рубежом широко используются разделительные трансформаторы с устройствами для контроля изоляции вторичной цепи от земли, система выравнивания потенциала всех металлических частей, находящихся в помещении.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Серьезной проблемой является отсутствие в отечественных лечебных учреждениях сетевых розеток с защитными заземляющими контактами.

3. Эксплуатация аппаратуры должна быть правильной. Основной задачей при этом является повышение технической грамотности обслуживающего медперсонала, обучение его основам техники электробезопасности. Необходимо введение в программы высших и средних медицинских учебных заведений раздела, посвященного медицинской технике, в том числе электромедицинской аппаратуре с изучением правил ее эксплуатации и техники электробезопасности.

4. Должен быть обеспечен контроль за состоянием аппаратуры и средств защиты.

Систематически должен производиться профилактический осмотр приборов и аппаратов, а также цепи защитного заземления и других средств защиты. В технических описаниях к аппаратам следует указывать перечень и сроки проведения регламентных работ. Обязательным является испытание на электробезопасность аппаратуры после ее ремонта в мастерских.

*В. П. Гундаров*

## СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В настоящее время электрофизиологические методы оценки деятельности различных систем организма находят все более широкое применение в диагностике заболеваний и состояний. Этому способствует возрастающее применение средств вычислительной техники для выделения, измерения и регистрации информативных параметров биоэлектрических процессов. Однако наметился определенный разрыв между развитием применения новейших методов обработки, основанных на применении ЦВМ в крупных научно-исследовательских учреждениях, и массовым применением автоматического анализа биопотенциалов в клинике.

В основном это можно объяснить отсутствием специализированной вычислительной техники, которая позволяла бы получать информацию во время исследования, минуя этап специальной регистрации и преобразования для ввода в ЦВМ.

Предлагается следующий план проведения работ по созданию специализированной вычислительной техники для автоматизации анализа биопотенциалов.



1. Разработка приборов, автоматизирующих методы визуального анализа с целью извлечения числовых характеристик биоэлектрического процесса.

2. Разработка и внедрение в практику средств анализа для получения количественных характеристик процесса, оцениваемых в настоящее время только качественно.

3. Разработка и внедрение в практику специализированных комплексных устройств для выделения совокупности диагностических параметров, наиболее ярко характеризующих физиологическое и патологическое состояние различных систем организма.

В докладе приводятся материалы по разработке специализированных вычислительных устройств, реализующих вышеизложенный план.

Приводятся технические характеристики устройств для автоматизации анализа ЭЭГ, ЭМГ, для выделения и регистрации мгновенной частоты сердцебиений плода, а также результаты клинико-физиологических исследований, проведенных на этих приборах.

*В. И. Ваганов, К. М. Пономарев, И. Г. Кугушев*

## ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ МИНИАТЮРИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Миниатюризация медицинской электронной аппаратуры позволяет не только улучшать ее функциональные, надежностные, весовые и др. показатели, но и получать качественно новую информацию о функциональном состоянии тканей, органов и систем организма.

Показано, что задачи, стоящие перед развитием биологии и медицины, требуют создания микроминиатюрных технических средств. Подчеркивается специфика задач микроминиатюризации в зависимости от характера медицинских служб.

Обсуждаются вопросы создания микроэлектронных устройств в узлах и блоках информационно-измерительных систем и систем биоуправления и биостимуляции.

Наряду с общими требованиями подчеркиваются специфические требования, исходя из геометрических и энергетических особенностей объекта исследования на молекулярном, клеточном уровне и уровне целостного организма. При этом важным является учет взаимного влияния объекта исследования, окружающей его среды и микроминиатюрного измерительного устройства.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Приводятся характеристики некоторых типов твердотельных преобразователей различных видов энергий для создания систем съема биоинформации. Указанные преобразователи в микроэлектронном исполнении позволяют создавать матричные устройства панорамной индикации.

Подробно рассматриваются параметры микроминиатюрного преобразователя биомеханических величин с площадью чувствительного элемента несколько квадратных миллиметров и объемом в несколько кубических миллиметров.

Особенности создания микроминиатюрных устройств биомедицинской аппаратуры определяется ее целевым назначением: приборы массового применения и приборы для научных исследований.

При разработке микросхем широкого назначения необходимо учитывать возможность использования указанных схем в электронной медицинской аппаратуре. Приводится пример специфического применения интегральных микросхем в узлах медицинской электронной аппаратуры.

*Ю. Б. Мандельцвайг*

### ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРИЕМНИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Детекторы на основе комбинации сцинтиллятор+полупроводниковый элемент практически не используются в практике лучевой терапии, хотя простота их конструкции и крайняя простота схемы измерений мощности дозы излучений в токовом режиме с помощью стрелочных микроамперметров, без применения источников питания, делают указанные детекторы весьма перспективными для клинического использования.

Немногочисленные данные, опубликованные в литературе, относятся в основном к сочетанию со сцинтиллятором фотосопротивлений CdS и фотоэлементов с запорным слоем. Однако эти полупроводниковые элементы обладают невысокой стабильностью характеристик.

В данной работе исследовались сочетания сцинтилляторов с полупроводниковыми элементами системы $A^3B^5$, стабильность характеристик которых показана нами ранее. К ним относятся фотопреобразователи на основе GaAs GaAs—GaP и др., данные о сочетании которых со сцинтилляторами в литературе не опубликованы. Нами проведен анализ существующих и перспективных сцинтилляторов, и выбраны типы сцинтилляторов для указанных комбинаций, исходя из соответствия оптических характеристик компонентов детектора.



К таким сцинтилляторам относятся CsG(Tl) для GaAs — фотопреобразователей и Cs(Tl), NaG(Tl), а также пластмассовые сцинтилляторы для системы GaAs—GaP.

Исследованы дозиметрические характеристики указанных комбинированных детекторов, такие, как зависимость сигнала от мощности дозы, от энергетического состава излучения, температуры среды, инерционность и др. Показаны методы корректировки характеристик в требуемом направлении.

Была изучена ошибка за счет воспроизводимости мощности дозы излучения комбинированными детекторами, которая в течение года не превышала $\pm 5\%$. Была исследована радиационная стойкость фотопреобразователей, сцинтилляторов и конструктивных элементов комбинированных детекторов и показано, что они могут быть применены в дозиметрических устройствах при лучевой терапии.

В работе рассмотрены области применения комбинированных детекторов сцинтиллятор+полупроводниковый светоприемник и сцинтиллятор — световод — полупроводниковый светоприемник в радиологической практике.

*А. А. Чевненко*

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В МЕДИЦИНЕ С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИКИ

В последние годы ультразвуковые диагностические исследования перестанут быть достоянием отдельных специалистов, занимающихся этой областью науки. Диагностика с помощью ультразвука становится методом, который не только готов к повседневному практическому использованию, но и уже завоевывает себе определенное место среди других специальных диагностических методов. За рубежом и у нас в стране разработана и серийно выпускается специальная диагностическая аппаратура. Советскими специалистами разработан ряд практических методик ультразвуковой диагностики для различных областей клинической медицины.

Накопленный опыт в отношении разработки ультразвуковой диагностической аппаратуры и использовании ее в клинических условиях позволяет определить наиболее перспективные пути дальнейшего совершенствования ультразвуковой диагностической техники. Некоторые из них, такие, как разработка систем сложного механического и электронного сканирования, разработка метода объективной дифференциальной диагностики и некоторые другие, обсуждаются в докладе.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Ю. Н. Огурцов, Г. Г. Андрианова, А. И. Коробков*

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛЕЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

В последние годы в физиотерапии выявлены некоторые новые методы низкочастотной терапии, которые из-за отсутствия аппаратуры пока не получили широкого распространения.

К ним относится использование переменных токов повышенных частот для электростимуляции нервно-мышечной системы. В отличие от низкочастотных импульсных токов переменные токи частотой порядка нескольких килогерц обладают способностью вызывать практически безболезненно мощное мышечное сокращение. Отсутствие явлений поляризации, вызывающих раздражение кожи под электродами, позволяет применять более длительные и интенсивные воздействия, что повышает эффективность и возможности метода электростимуляции.

Стимуляция переменными токами повышенных частот может применяться с целью предотвращения атрофии мышц при длительной иммобилизации после травм, при спастических парезах и параличах, как средство избирательной тренировки силы отдельных мышц и мышечных групп у спортсменов и т. д. Безболезненность воздействия переменными токами позволяет шире использовать электростимуляцию в детской практике.

Для изучения возможностей метода стимуляции и для отработки медико-технических требований к мышечному стимулятору во ВНИИМПе был разработан экспериментальный аппарат «Стимул-02».

Аппарат представляет собой звуковой генератор с частотами 1 и 2,5 *кгц,* модулированными низкочастотными посылками с нарастающим и спадающим по экспоненте передним и задним фронтами. Внутри посылок имеется прерывание несущей с частотой 50 *гц.*

Новым, еще недостаточно изученным, является метод лечебного воздействия переменными токами широкого спектра частот. Эти токи представляют собой электрические флюктуационные колебания, спектр которых лежит в диапазоне звуковых частот.

Воздействие этими токами имеет определенное преимущество перед методами лечебного применения известных форм тока. При применении обычных ритмических раздражений довольно быстро наступает адаптация организма к воздействующему фактору. С целью снижения адаптации в таких случаях прибегают к введению чередования параметров раздражителя, что ведет за собой значительное усложнение аппаратуры и методик ее применения. При использовании переменных токов широкого спектра частот, из-за случайного характера изменения амплитуды и частоты тока, адаптация не наступает даже при длительном воздействии.

Для исследования метода лечения токами широкого спектра частот разработан экспериментальный аппарат «Спектр-2Т», представляющий собой генератор низкочастотного шума. Аппарат обеспечивает получение шумовых токов в полосе частот 20 *гц* — 10 *кгц,* с возможностью изменения полосы спектров в границах указанного диапазона.

Для экспериментальных исследований по электростимуляции сердца разработан портативный кардиостимулятор с автономным питанием. Форма стимула — однополярные импульсы и пачки биполярных импульсов; режимы стимуляции — одиночными и парными импульсами. Параметры стимуляции регулируются в широких пределах: длительность импульсов — от 0,3 до 5 *мсек,* частота следования — от 0,7 до 7 *гц,* задержка второго импульса в паре — от 50 до 500 *мсек,* частота заполнения — от 1 до 10 *кгц.*

Для электрической стимуляции желудочно-кишечного тракта и мочевого пузыря разработан экспериментальный образец аппарата «Элстор-01». В комплекте со специальными электродами электростимулятор может применяться для восстановления моторной деятельности при послеоперационных парезах, дискинезиях, колитах, гипотониях и атониях. Форма стимулов — прямоугольные монополярные импульсы и пачки биполярных импульсов. В аппарате в широких пределах варьируются частота следования импульсов и пачек, их длительность, частота заполнения.

Разработан экспериментальный аппарат для электрической стимуляции матки синусоидальными токами частотой 1, 2,5 и 4 *кгц.* Стимуляция осуществляется с помощью специальных внутриполостных электродов зажимного типа, накладываемых на шейку матки. Применяется при слабости родовой деятельности.

Все перечисленные аппараты выполнены по II классу защиты и не требуют заземления.

В настоящее время аппараты проходят клинические испытания, в процессе которых отрабатываются медико-технические требования на серийную аппаратуру.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*И. Г. Кугушев*

## ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ И ГИБРИДНЫХ МИКРОСХЕМ В УЗЛАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ (ЭМА)

Линейные интегральные схемы в настоящее время не нашли широкого применения в узлах ЭМА. Причины, затрудняющие внедрение интегральных схем, следующие.

1. Неспособность большинства указанных схем к работе в условиях несимметричного перепада постоянного напряжения на входе схемы, обусловленного электродными потенциалами.

2. Отсутствие регулировочных элементов внутри схемы, часто необходимых, например, для введения систем «успокоения».

3. Ухудшение помехоустойчивости схемы при «разбалансах» в величинах сопротивлений источника входного сигнала.

4. Отсутствие нормализованных согласующих потенциалов постоянного уровня, что требует дополнительных схем согласования.

5. Значительная величина уровня собственных шумов в диапазоне низких и инфранизких частот, а также значительный дрейф.

6. Отсутствие в интегральных схемах выводных клемм для подачи последовательной обратной связи в эмиттерную цепь транзистора с целью увеличения входного сопротивления.

В докладе сообщаются результаты теоретических и экспериментальных исследований серийных интегральных микросхем с точки зрения помехоустойчивости при разбалансе в величинах сопротивлений источника сигнала. Показано, что снижение напряжения питания увеличивает помехоустойчивость схемы.

Даны результаты экспериментальных исследований шумовых свойств интегральных схем в диапазоне низких и инфранизких частот (от 0 до 150 *гц*) и данные по временному и температурному дрейфу.

Перспективным использованием интегральных схем, по нашему мнению, будет их применение в гибридном сочетании с обычными элементами по следующим направлениям:

1. Применение интегральных спаренных транзисторов в сочетании с навесными элементами обычных типов.

2. Применение «россыпных» активных элементов типа биполярных планарных транзисторов и полевых транзисторов в сочетании с резисторами, выполненными по интегральной технологии.

3. Гибридные схемы, где входные каскады выполнены по обычной технологии, а промежуточные по интегральной.

Представлены результаты экспериментальных исследований схем, выполненных по перечисленным направлениям.



*А. П. Кочепасов*

## ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Достоинство диагностических информационно-измерительных систем, построенных по видам энергии, состоит в их немногочисленности и возможности разработки однотипных датчиков, усилителей, регистраторов в пределах каждой измерительной системы.

Особенности диагностической информационно-измерительной системы для регистрации биомеханических величин состоит в следующем.

1. Половина всей информации, регистрируемой от живого организма — информация биомеханическая.

2. Широкий энергетический диапазон измеряемых величин (минимальный 0÷0,5 *мм* рт. ст., максимальный 0 ÷ 400 *мм* рт. ст.).

3. Широкий частотный диапазон (0÷ 1000 *гц*).

Из всех типов датчиков, применяемых для восприятия биомеханической энергии (полупроводниковые, емкостные, индукционные), за базовый следует принять полупроводниковые, как наиболее универсальные и дающие возможность получить нормированные выходные параметры.

Нормированные выходные параметры полупроводниковых датчиков дают возможность разработать базовые типы усилителей и регистраторов.

Большой объем биомеханической информации требует обработки данных на ЭВМ, а это накладывает дополнительные требования на измерительный тракт.

В докладе обосновываются требования к измерительному тракту выход датчика — вход ЭВМ, приводятся таблицы энергетического и частотного диапазонов измеряемых биомеханических величин, блок-схема усилителей и базовая блок-схема диагностической информационно-измерительной системы для регистрации биомеханических величин.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*В. А. Рузин*

## СИСТЕМА НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА И СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЭЛЕКТРОАНЕСТЕЗИИ

При оснащении хирургических и анестезиологических служб перспективным является методика электроанестезии.

Техническая реализация системы регистрации биоэлектрической активности мозга и сердца при электроанестезии представляет значительные трудности по следующим причинам.

1. Минимальный регистрируемый сигнал биоэлектрической активности составляет единицы микровольт.

2. Уровень собственных помех, приведенных ко входу регистрирующей аппаратуры, должен быть ниже величины полезного сигнала в отношении 1 : 10.

3. Уровень помех, создаваемый наркотизирующими токами на электродах для снятия биопотенциалов в $10^3$—$10^4$ раз превышает минимальный полезный сигнал.

4. Наконец, собственные помехи от электронаркозного аппарата и помехи внешнего происхождения (помехи сетевой промышленной частоты), лежащие в полосе регистрации, влияют на качество процесса записи и могут вызвать перегрузку входных каскадов.

5. Применение методики электроанестезии интерференционными токами усложняет решение задачи, поскольку воздействие на объект осуществляется двумя генераторами, частотный спектр биений которых близок к частотному спектру полезного сигнала.

В работе классифицируются основные источники помех, их происхождение и величина, приведена блок-схема регистрирующей системы и схема подключения наркотизирующей и регистрирующей аппаратуры к объекту при электронаркозе. Приводятся медико-технические требования к системе и результаты технических испытаний.

Предлагается схема усилителя и подавителя помех, выполненные полностью на транзисторах.

В системе предусмотрена возможность подключения средств обработки и анализа медицинской информации непосредственно или через промежуточный накопитель информации.

Работа по созданию регистрирующей системы для записи биоэлектрической активности мозга и сердца при электроанестезии проводится во ВНИИМП совместно с 1-ым ММИ им. Сеченова И. М.



*В. А. Исайкин, И. Г. Кугушев*

## АКТИВНЫЕ *RC*-ФИЛЬТРЫ В УЗЛАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

По функциональному назначению активные *RC*-фильтры, можно классифицировать следующим образом:

1. Фильтры для подавления индустриальных и сетевых помех 50 и 100 *гц*.

2. Фильтры для разделения сигналов, полученных от датчиков-преобразователей.

3. Фильтры на фиксированные частоты с максимальным отношением сигнал/шум. (Например, в приборе типа «Пульмофон» для исследования легких.)

4. Фильтры для анализаторов спектра биоэлектрических сигналов и сигналов от датчиков низких и инфранизких частот.

5. Фильтры в усилителях биопотенциалов, например, типа УБП-03, к сожалению, выпускаемых на электронных лампах.

6. Фильтры общетехнического назначения, применяемые в радиологической, светотехнической, терапевтической и др. аппаратуре.

7. Традиционные фильтры ЭЭГ типа для выделения $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, $\theta$ ритмов; ФНЧ для электрофонокардиографии; ФНЧ и ФВЧ при регистрации электромиограмм в клинике (20—600) *гц* и при научных исследованиях (2—10 000 *гц*) и др.

8. Особое значение приобретают фильтры инфранизких частот для раздельной регистрации биоэлектрической активности внутренних органов; желудка, толстого и тонкого кишечника с частотным спектром от 0,001 до 0,5 гц.

9. Фильтры инфранизких частот для разделения сигналов КГР и постоянной составляющей, обусловленной электродными потенциалами (0—0,001 *гц*) при регистрации любых биоэлектрических сигналов.

Инфранизкочастотные фильтры необходимы также при регистрации сигналов зрительного анализатора, а также для создания систем выделения биоэлектрической активности неизученных и малоизученных органов и тканей.

В настоящем сообщении особый акцент приходится на фильтры 8-й группы, как наиболее трудновыполнимые при реализации.

Существующие пассивные *RC*-фильтры и избирательные усилители с 2Т мостами имеют большой вес, габариты, отличаются сложностью в настройке и регулировке, нестабильностью.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В то же время широко разработана теория активной фильтрации, использующая математический аппарат теории наилучшего приближения функции, задача которой состоит в том, чтобы получить некоторую функцию частоты $T(p)$, модуль которой удовлетворял бы требованиям, предъявляемым к модулю функции передачи активного фильтра.

Способы получения функции $T(p)$ сводятся к реализации звеньев первого и второго порядков. Реализация звеньев первого порядка легко осуществима с помощью пассивных $RC$-цепочек, для реализации звеньев второго порядка существуют схемные решения, которые можно сгруппировать в четыре основные типа на основе: гираторов, конверторов (преобразователей отрицательного сопротивления), усилителей с ограниченным коэффициентом усиления (с положительной обратной связью), операционных усилителей.

Известным, но малоизученным классом активных фильтров, являются фильтры на основе усилителей с фазосдвигающими цепями в петле общей отрицательной обратной связи. Эти фильтры имеют малую чувствительность к вариациям параметров активных и пассивных элементов, больший запас устойчивости, удобство в настройке, возможность получения инфранизких резонансных частот при малых величинах емкостей, что позволит создавать фильтры в интегральном исполнении.

Предлагаются схемы и технические характеристики ИНЧ фильтров для раздельной регистрации биоэлектрических сигналов органов пищеварения — желудка, толстого и тонкого кишечника, частоты которых лежат в диапазоне от 0,001 до 0,5 *гц*. Величины емкостей в указанных фильтрах на один-два порядка менее, чем у аналогичных систем с 2Т мостами и не превышают 1 *мкф*.

*Ю. Н. Швецов*

## ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТКАНЕВОГО ДЫХАНИЯ

Важные для изучения динамики системы тканевого дыхания биохимические параметры, такие, как концентрации ферментов окислительно-фосфоролитических процессов и их ингибиторов, активность ферментов и ингибиторов, а также глубина их действия, характеризующая степень торможения тканевого дыхания, мало изучены вследствие практической недоступности их непрерывного измерения.



Определение констант сукцинатоксидазной реакции, ингибируемой оксалоацетатом, проведенное на аналоговой модели (ВНИИМП, кафедра биохимии МГУ), показало возможность построения аналогового вычислительного устройства для определения вышеперечисленных динамических параметров тканевого дыхания по системе нагрузочных кривых утилизации кислорода, исследуемой тканью «in-vivo».

Для реализации рассматриваемого метода необходима регистрация полярографических кривых потребления кислорода при различных величинах внешнего параметрического воздействия. В докладе приводятся указанные два типа нагрузочных кривых. Математическая обработка кривых позволяет определить динамические параметры, характеризующие ферментную систему, а также динамические параметры, характеризующие систему ингибиторов.

В докладе представлена функциональная блок-схема аналогового вычислительного устройства, в котором предусмотрено определение начальной и конечной скоростей окисления, характеризующих концентрации ферментов и ингибиторов, а также определение постоянных времени средних экспоненциальных участков кривых обоих типов, благодаря которым определяются активность ферментов и ингибиторов, а также глубина действия последних. Важную роль в рассматриваемой методике играют параметры внешнего воздействия благодаря которым создается заранее спланированная система нагрузочных кривых обоих типов, что позволяет применить математический метод косвенного вычисления неизмеряемых параметров по измеряемым.

Рассматриваемое в докладе аналоговое вычислительное устройство составляет важное звено в системе непрерывного слежения и оценки функционального состояния системы тканевого дыхания больного.

*А. Б. Кампов*

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ПРИ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Доклад посвящен вопросу оценки влияния изменения параметров биологического объекта как источника сигналов на помехоустойчивость усилителя биопотенциалов.

Известно, что биологический объект можно представить в виде эквивалентных сопротивлений $R_{21}$ и $R_{22}$ и синфазных



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

$u_{c=}$ и противофазных $u_{пр=}$ постоянных напряжений, подключенных ко входу усилителя.

Ранее нами получено выражение для коэффициента режекции дифференциального усилителя с учетом разбаланса активных и пассивных элементов схемы.

Там же показана возможность регулировки дифференциального каскада при разбалансе сопротивлений $R_2$ для достижения максимального коэффициента режекции. Однако в процессе съема биоэлектрической информации кожно-электродные сопротивления изменяются:

$$R_2(t) = R_{21} + \Delta R_{21}(t),$$
$$R_{22}(t) = R_{22} + \Delta R_{22}(t). \qquad (1)$$

При этом выражение для коэффициента режекции предварительно сбалансированного дифференциального каскада примет вид

$$H = \frac{2}{\dfrac{m\,\Delta R_{22}(1-\alpha_2) - (1-m)\,\Delta R_{21}(1-\alpha_1)}{R_0} - \dfrac{\Delta R_{21}}{r_{K_{1e}}} \times} \rightarrow$$
$$\rightarrow \frac{}{\times \dfrac{Mn}{\sqrt{1 - zMn}} + \dfrac{\Delta R_{22}}{r_{K_{2e}}} \cdot \dfrac{(1-M)(1-n)}{\sqrt{1 - z(1-M)(1-n)}}}. \qquad (2)$$

Синфазные постоянные напряжения $u_c$ на входе дифференциального каскада практически не влияют на токовый режим каскада, а только изменяют коллекторные напряжения транзисторов. Выражение для коэффициента режекции запишется так:

$$H = \frac{4}{R\left[\dfrac{m-M}{R_0} \cdot \dfrac{1}{u_{k_0}} + \dfrac{1+\delta_1}{r_{k_{1e}}} \cdot \dfrac{Mn}{\sqrt{1 - zMn}} \cdot \dfrac{1}{u_{k_1}} - \right.} \rightarrow$$
$$\rightarrow \frac{}{\left. - \dfrac{1+\delta_2}{r_{k_{2e}}} \cdot \dfrac{(1-M)(1-n)}{\sqrt{1 - z(1-M)(1-n)}} \cdot \dfrac{1}{u_{k_2}} \right] \cdot u_{c=}}, \qquad (3)$$

Противофазные постоянные напряжения $u_{пр=}$ на входе дифференциального усилителя перераспределяют токи и коллекторные напряжения транзисторов. Выражение для коэффициента режекции принимает вид:



$$H = \frac{I_э}{\left[\dfrac{1}{R_0} + \dfrac{1+\delta_1}{r_{k_{1e}}} \cdot \dfrac{M}{1 - zMn} + \dfrac{1+\delta_2}{r_{k_{2e}}} \times \right.} \rightarrow$$
$$\rightarrow \frac{}{\left. \times \dfrac{1-M}{1 - z(1-M)(1-n)} \right] u_{пр=}}. \qquad (4)$$

Выражения (2)—(4) позволяют более точно оценивать влияние изменений кожных сопротивлений по сравнению с существующими в настоящее время формулами для инженерного расчета, а также влияние постоянных напряжений на входе усилителя на помехоустойчивость усилительного тракта.

*Р. З. Амиров, Л. Ш. Бочарова, И. Н. Минаева*

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ТОПОГРАММА ПОТЕНЦИАЛОВ СЕРДЦА

Изучение распределения потенциалов сердца с помощью методики моментной топографии позволило выявить ряд закономерностей динамики диполя в периоде *QRS*. Методика моментной топографии (электрокардиотопографии) основана на регистрации большого числа отведений (50 или 64 отведения) и изображения усиленных потенциалов в виде светящихся точек на экране осциллографа.

Применение электронной аппаратуры, позволяющей автоматически синхронно регистрировать потенциалы со всей поверхности грудной клетки, выявило закономерности динамики диполя и послужило основой для построения интегральных топограмм (Амиров Р. З. 1962, 1968, 1971 гг.).

Интегральная топограмма периода *QRS* представляется в виде двух карт распределения потенциалов: одной по положительному заряду диполя и другой по отрицательному заряду диполя и отражает максимумы зарядов, достигнутых диполем в периоде *QRS*.

Изучение интегральных топограмм позволило провести их систематизацию на основе закономерностей динамики диполя.

Анализ интегральных топограмм у больных различными заболеваниями сердца свидетельствует о больших диагностических возможностях.

Интегральная топограмма дает более полную картину распределения потенциалов сердца и позволяет выделить ряд новых показателей. Особенно интересные данные получены



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

при инфаркте миокарда; у ряда больных обнаружены очаговые инфарктные изменения электрического поля сердца на поверхности грудной клетки за пределами отведений, принятых в практике электрокардиографии. Результаты исследований на необходимость дальнейшего совершенствования электронной аппаратуры при изучении электрического поля сердца.

*А. М. Жданов*

### АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БИОПОТЕНЦИАЛОВ СЕРДЦА

В результате обработки ЭКГ, полученной во II стандартном отведении, за время от одной минуты и более требуется определить усредненные значения периодов $\bar{t}_{RR}$, $\bar{t}_{PQ}$, $\bar{t}_{QT}$, $\bar{t}_{QRS}$ и амплитуд зубцов $\bar{A}_P$, $\bar{A}_R$, $\bar{A}_T$, а затем систолический показатель $СП = \frac{\bar{t}_{QT}}{\bar{t}_{RR}} \cdot 100$.

Для разработки метода и соответствующего ему алгоритма автоматической обработки ЭКГ был использован комплекс методов: метод градиента, метод последовательных проб и оценок и др.

Алгоритм автоматической обработки ЭКГ содержит 13 блоков.

Блок 1. Цикл ввода исходных данных.

Блок 2. Определение зубца $R$.

Блок 3. Счетчик числа ударов пульса.

Блок 4. Определение величин, пропорциональных среднему значению периода $\bar{N}_R$ и его дисперсии $Д_R$.

Блок 5. Определение математического ожидания $m_{t_{PR}}$ случайной функции $t_{PR}$.

Блок 6. Определение математического ожидания случайной функции $t_{RT}$.

Блок 7. Цикл запоминания периода $t_{PR}$.

Блок 8. Определение величины, пропорциональной максимальной амплитуде зубца $R$.

Блок 9. Отчет времени конца зубца δ (начала зубца $Q$).

Блок 10. Определение величины, пропорциональной максимальной амплитуде зубца $T(p)$.

Блок 11. Отсчет времени конца зубца $T$ (начала зубца $P$).

В данном блоке модифицируются необходимые команды, передается управление на выполнение блоков 8, 10, и 11 для определения параметров, относящихся к зубцу $P$ (указанных в этих блоках в круглых скобках), после чего выполняется блок 12.

Блок 12. Вычисление абсолютных величин параметров ЭКГ и величины систолического показателя.

Блок 13. Выдача результатов.

Искомые абсолютные величины параметров ЭКГ (величина систолического показателя) выдаются на печать.

По приведенному алгоритму была разработана и отлажена программа. Результаты решения задачи по автоматической обработке ЭКГ приводятся в докладе.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ БИОНИКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ

*А. И. Прохоров*

### ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ НА УПОРЯДОЧИВАЮЩЕЙ СТАДИИ

В развитии любой науки, как известно, имеется несколько стадий, которые качественно отличаются друг от друга. Качественные скачки в развитии той или иной науки есть результат проявления происходящей научно-технической революции. Такие скачки создают как интенсивное, так и экстенсивное развитие науки.

Инженерная психология как наука в настоящее время достигла пределов развертывания * собирающей стадии развития. Одним из признаков конца собирающей стадии является наличие экспоненциальных показателей развития науки. Как показал анализ, дальнейший рост эффективности научных инженерно-психологических исследований и повышение их результативности без качественного перехода может быть значительно замедлен. Изучение проблемных рядов динамики (под проблемным рядом понимается зависимость общего числа инженерно-психологических проблем от времени) показывает, что следует ожидать значительных трудностей в проведении работ по инженерной психологии, так как рост числа инженерно-психологических проблем стабилизируется и основные усилия будут направлены на повторение исследований. Чтобы избежать повторения исследований (кризисного положения, когда проблемы стоят и не решаются), необходим переход от стадии собирания к стадии упорядочения данных. Известно, что по своей природе такой переход диалектичен ** и связан с качественным изменением логической структуры науки и ее элементов.

* О пределах развертывания и их отличии от пределов сходимости см. К. Маркс. «Математические рукописи». «Наука», 1968.

** Ф. Энгельс. «Диалектика природы». Политиздат, 1969.



Одной из главных задач является определение моментов перехода в логическом плане, так как затягивание собирающей стадии и несвоевременный переход несет значительные непроизводительные расходы и, стало быть, экономически не выгодны.

При выявлении моментов перехода от одной стадии развития науки к другой важно определить также оптимальные пути и методы совершения такого перехода.

На наш взгляд, критический момент в инженерной психологии можно снять только применением логико-статистического подхода. Известно, что собирающая стадия в инженерной психологии включает в себя два этапа:

— этап первоначального накопления фактического материала;

— этап применения системного подхода.

Применение системного подхода в инженерной психологии характеризуется такой логической схемой: «проблематика — направление — отдельные проблемы». Разделение групп инженерно-психологических проблем на несколько самостоятельных направлений (психофизиологическое, системотехническое, эксплуатационное, инженерно-педагогическое) было в свое время важным шагом в повышении результативности инженерно-психологических работ. В соответствии с этими направлениями были созданы (что произошло в некоторой степени даже стихийно) научные школы, которые развивали и сейчас развивают с различной интенсивностью то или иное направление.

В настоящее время в связи с переходом к упорядочивающей стадии необходим комплексный подход, который бы не только дифференцировал, но и интегрировал эти важнейшие направления, учитывал бы то обстоятельство, что взаимные связи между этими направлениями уже достигли степени субординации. Безусловно, такая интеграция может быть выполнена только логико-статистическим путем. Причем, стадию упорядочения необходимо, по нашему мнению, проводить в две фазы:

— фаза статистического анализа;

— фаза логического анализа.

Фаза статистического анализа предполагает широкое использование прежде всего общей теории статистики * и ее важнейших методов:

* Н. М. Виноградова, В. Т. Евдокимов и др. Общая теория статистики. Изд-во «Статистика», 1968.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

— статистических группировок и перечней;
— рядов динамики;
— индексов.

До настоящего времени общая теория статистики не получила еще достаточно широкого применения в инженерно-психологических исследованиях, хотя и ясно, что только статистика может выступать как аппарат обобщений и широких качественных сдвигов в сторону прогресса. К сожалению, в инженерной психологии сейчас получили широкое распространение только методы математической статистики (факторный анализ, дисперсионный анализ, многомерный статистический анализ, методы планирования эксперимента и т. д.).

Что же может быть объектом статистического наблюдения на стадии упорядочения?

Прежде всего — это элементы логической структуры инженерной психологии как науки *:

— основания;
— предмет и метод;
— принципы и законы;
— проблематика **.

Применение методов общей теории статистики было начато нами несколько лет назад в виде составления статистического перечня факторов, влияющих на эффективность деятельности человека, и применения метода группировок к этому перечню.

Как показали наши дальнейшие статистические исследования и их логическая обработка (применение теории логических доказательств), задача учета большего количества факторов, взаимосвязанных между собой в прикладной инженерной психологии является центральным критическим аспектом всей проблематики (ключевой проблемой) и разрешается с помощью предельных переходов во втором смысле или логических переходов. Это открыло возможность рассмотреть существующее центрирование проблематики и сделать перегруппировку ключевых проблем.

* Об элементах логической структуры см. П. В. Копнин «Логические основы науки».

** Инженерно-психологическая проблематика как объект статистического наблюдения рассматривается в работе Е. М. Хохлова.



Успешное применение логико-статистического подхода к одной из задач инженерной психологии позволило увидеть реальную возможность более широкого использования новых методов для инженерной психологии и прежде всего общей теории статистики.

Использование общей теории статистики стало возможным благодаря проводившимся в логике исследованиям по определению элементов логической структуры науки (работы по логике научных исследований авторского коллектива под руководством П. В. Копнина).

Рассмотрение элементов логической структуры как объектов статистического наблюдения позволило нам применить комплексный уже логико-статистический подход. Учитывая, что на стадии упорядочения инженерная психология становится наукой о процессах, а главным предметом ее необходимо рассматривать инженерно-психологическое проектирование, появилась возможность разработки комплексного процессуального подхода.

Первичная классификация процессов и рассмотрение ИПП (инженерно-психологического проектирования) как объект статистического наблюдения создали хорошие предпосылки для обобщающей статистической работы в области проектирования, испытаний и эксплуатации систем «человек — машина».

Процессуальные исследования * позволяют решать не только задачи минимизации и максимизации, связанные с количественными изменениями, но и, что главное, задачи учета качественных изменений. Известно, что учет качественных изменений является одной из главных трудностей при оценке сложных систем «человек — машина». Логико-статистический подход позволяет оптимизировать и выяснить качественную природу наблюдаемых явлений в инженерной психологии.

Изучение процессов в целом со стороны количественных изменений и, что главное, качественных изменений позволит достичь максимальной эффективности и результативности научных инженерно-психологических исследований.

* Процесс — это изменение вообще, т. е. количественное и качественное изменения.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Е. М. Хохлов*

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ РЕШЕНИЙ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КАК ЗАДАЧ С ПРЕДЕЛЬНЫМИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЯМИ

Эффективность и результативность научных инженерно-психологических исследований приобретает особую актуальность в настоящее время, когда инженерная психология переходит от собирающей стадии своего развития к упорядочивающей стадии. Такой момент, как всякий переходный, критический момент времени, характеризуется неравномерностью развития различных элементов логической структуры эмпирической инженерной психологии, имеющей экспоненциальные показатели.

Инженерно-психологические проблемы по своей природе являются сложными проблемами и как один из элементов логической структуры характеризуются:

— наличием тенденции роста числа проблем;
— наличием взаимодействия проблем между собой;
— наличием нескольких центральных задач;
— отсутствием структуры решения проблем;
— наличием качественных неопределенностей.

Отсутствие структуры решения проявляется, прежде всего в том, что в настоящее время отсутствуют теории решения инженерно-психологических проблем (или теория решений). Не существует также однозначной дефиниции, что следует понимать под «решением» инженерно-психологической проблемы.

Естественно, что решение совокупности проблем и решение отдельных проблем отличаются по своей структуре, а учет взаимодействия проблем требует разработки такого метода, который бы эффективно работал в таких сложных условиях.

В литературе описано немало разнообразных теорий решения сложных проблем (исследование операций, анализ систем и т. д.), но, к сожалению, малоэффективных при решении инженерно-психологических проблем. Общей особенностью всех этих теорий решения является использование трехэлементной структуры решения, а общим недостатком — отсутствие стратегии обоснования ключевых (центральных) задач, т. е. приемов постановки вопросов или оценки проблематики в целом.

Кроме того, в трехэлементной структуре решения проблемы имеются свои неразрешенные трудности — проблема критерия и проблема неопределенности.



Наличие структурных проблем и отсутствие методов решения проблематики в целом являются главными тормозами на пути применения существующих теорий решений в инженерной психологии.

Возникает задача построения специальной теории решения инженерно-психологических проблем как проблем особого класса. В общем выделение класса проблем инженерной психологии связано с переходом этой науки в стадию упорядочения и выполнением более общей задачи — построения теоретической инженерной психологии.

Построение же специальной теории решений в практическом плане направлено на повышение результативности и эффективности проблемных исследований.

Для построения специальной теории решений нами был использован комплексный логико-статистический подход *, рассматривающий проблематику инженерной психологии в ее динамике.

Логическая структура специальной теории решений состоит из двух частей — решения комплекса проблем и решения видовых проблем.

Решение комплекса проблем включает в себя составление статистического перечня проблем и построение по ним проблемных рядов динамики, логическую группировку (классификацию) проблем. Логическая группировка проводится по основной схеме «В—О—Е» (всеобщее — особенное — единичное), принятой в теории логических доказательств. Частным случаем этой схемы является логическое центрирование, предполагающее разделение проблем на видовые и родовые с последующим выделением родовых проблем как средних логических.

При создании структуры решения видовых проблем была сделана попытка преодоления основной трудности в структуре решения — наличия качественных неопределенностей.

Способы снятия такого типа неопределенностей в существующей литературе по теории информации не рассматривались до сих пор.

Существующие теории решений ограничиваются обычно рассмотрением различных видов количественной неопределенности. Интенсивность количественных неопределенностей оценивается обычно по дихотомической шкале «низкая» — «высокая».

Наиболее эффективные же теории решений из существующих являются теориями решения проблем с высокой не-

* Учитывалось, что в основаниях инженерной психологии лежит комплексный подход.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

По современным взглядам процесс принятия решений — это информационный процесс, который включает подготовительный этап принятия решения и само принятие решения.

В схеме инженерно-психологического проектирования могут приниматься решения на различном уровне и различные по степени важности. Отсюда разработка научных основ принятия решений в области инженерной психологии является одной из главных задач инженерно-психологического проектирования. Это касается, в первую очередь, важнейших решений, и, в частности, (а точнее — в первую очередь!), таких, как принятие стандарта по инженерной психологии, т. е. стандарта на разработку технических систем с учетом человеческого фактора.

Проведенный нами анализ показывает, что при подготовке важнейших решений по инженерной психологии мы встречаемся с двумя типами задач:

задачи первого типа, в которых главным элементом при подготовке решений является выбор общей меры (критерия);

задачи второго типа, в которых при подготовке решений главным элементом является выбор теории или системы теорий.

Большинство важнейших решений в схеме инженерно-психологического проектирования связаны с задачами второго типа.

Примерные этапы подготовки решений в задачах первого типа представляются в следующем виде:

1. Стадия уяснения поставленной задачи:
— уяснение цели,
— определение критерия эффективности (меры),
— формулировка задачи в соответствии с целями.
2. Стадия исследований:
— наблюдение и сбор данных,
— составление гипотез и математических моделей,
— поведение критерия,
— анализ информации.
3. Стадия принятия решений.

Отсюда видно, что важнейшими этапами подготовки решений является выбор критерия (меры) и процедура по нему. Однако на практике при анализе поведения обобщенных критериев встречаются следующие основные трудности:

1) число факторов (переменных) стремится к бесконечности;

2) факторы взаимосвязаны и не варьируются.

В такой ситуации мы не можем собрать информацию для принятия решений по заранее заданному критерию, т. е. при подготовке решений встречаются затруднения, прежде всего, чисто информационного характера.



Для преодоления этих трудностей нами была разработана концепция разрешимости задачи учета множества или континиума факторов, взаимосвязанных между собой (концепция об информационных пределах применения теории как системы преобразования).

Какова основа этой концепции?

В связи с тем, что затруднения носят главным образом информационный характер, они могут быть описаны с использованием понятия — «поток информации» или «характеристический параметр потока информации» ($\eta$).

Тогда, если общий вид критерия

$$E = \varphi(f_1, f_2, \ldots, f_n),$$

то затруднения описываются:

1) число факторов стремится к бесконечности или практически очень велико ($\eta \to \infty$), т. е. $\eta_i \to \infty$;

2) факторы взаимодействуют

$$E = \varphi(f_1 \in f_2 \in f_3 \in \ldots \in \ldots f_n);$$
$$\eta_i \to 0;$$

3) факторы не варьируются ($f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n = \text{const}$).

Таким образом, затруднения связаны с тем, что поток информации становится или очень велик или очень мал ($\eta \to \infty$, $\eta \to 0$), а отсюда сбор данных по критерию (мере) становится невозможным.

Условия ($\eta_i \to \infty$, $\eta_i \to 0$) являются информационными пределами применения принятой теории как системы преобразований.

Для того чтобы преодолеть такие затруднения, нужно совершить предельный переход, т. е. выйти за пределы (рамки) данной теории и, таким образом, перейти к классу задач второго типа, где выбор теории играет уже принципиально важную роль.

Необходимо отметить, что уже первичное рассмотрение областей применения концепции об информационных пределах применения теории показывает ее принципиальное значение для разработки следующих вопросов:

1) логического обоснования кибернетики и системотехники;

2) развития принципов трансформации теорий (принципа перманентности);



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

3) преодоления трудностей описания взаимодействия (концепция здесь может быть сформулирована как принцип взаимодействия);

4) логического и математического обоснования инженерной психологии (выявление оснований инженерной психологии);

5) развития теории принятия решений по проблемам большой сложности;

6) развития и применения диалектической логики (категории «взаимодействия») и других.

В настоящее время нами проводится логическое обоснование кибернетики и системотехники в рамках этой концепции.

В практике встречаются как верхний информационный предел ($\eta \to \infty$), так и нижний информационный предел ($\eta \to 0$) раздельно. В некоторых задачах мы встречаемся с обоими пределами сразу (факторов очень много и они взаимосвязаны между собой).

В нашей практике применения концепции в области инженерной психологии мы встречались отдельно как с верхним, так и с нижним пределом.

Выделение 1500 факторов, связанных с человеком, в работах А. И. Прохорова и его сотрудников * (см. труды расширенного семинара «Оптимизация информационных процессов») и последующий учет этих факторов произошел как встреча с верхним информационным пределом ($\eta \to \infty$) существующей теории. В работе Хохлова Е. М. по оценке удобства эксплуатации и рассмотрению удобства эксплуатации как обобщенного критерия произошла встреча с нижним информационным пределом соответствующей теории, существующего на практике.

В первом случае в качестве средства, обеспечивающего выход за информационный предел, т. е. в качестве основной теории была выбрана описательная статистика (общая теория статистики в комплексе качественных методов); во втором — теория инженерно-психологического анализа, основанная на обобщенных методах и логических переходах. В обоих случаях был совершен предельный переход.

Необходимо отметить, что в первом случае решалась задача учета человеческих факторов на всех этапах существования сложных систем (проектировании, испытании, эксплуатации); во втором случае — более частная задача по учету человеческих факторов на стадии испытаний, которую следует рассматривать как некоторый аспект проблемы учета человеческих факторов на всех этапах существования систем. Учет человеческих факторов по вышеизложенным принципам представляется, на наш взгляд, важным и необходимым как для развития теории инженерно-психологического проектирования, так и для решения чисто практических задач, связанных с инженерно-психологической оценкой СЧМ.

* См. доклад М. В. Фрейдиной на данной секции.



*А. И. Прохоров, А. У. Митин, Е. М. Хохлов*

## ЭЛЕМЕНТЫ И ВОЗМОЖНАЯ СТРУКТУРА ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ СЧМ

В настоящее время эмпирическая инженерная психология достигла пределов развертывания собирающей стадии. Инженерная психология, как показал проведенный нами статистический анализ, имеет экспоненциальные показатели роста инженерно-психологических проблем.

Увеличение числа инженерно-психологических проблем есть процесс, который характеризуется, с одной стороны, ростом интенсивности инженерно-психологических исследований, а с другой, ростом трудностей, барьеров и препятствий при проведении разработок. Нельзя забывать, что любая инженерно-психологическая проблема — это вопрос, подлежащий разрешению. Преодолеть эти барьеры возможно только путем создания соответствующей теории. Иначе говоря, решить важную проблему — это значит создать теорию. В этом случае вся цепь научных инженерно-психологических исследований будет выглядеть следующим образом: проблема — гипотеза — теория. Такой подход позволяет каждый раз под новым углом зрения рассматривать проблему в зависимости от степени неопределенности систематизирующих знаний.

При таком подходе проблема и гипотеза по отношению к собственной теории представляют собой неразвернутую теорию, т. е. теорию с максимальной степенью неопределенности. Разумеется, нельзя механически сопоставлять элементы структуры проблемы и элементы структуры теории, но поиски по такому пути могут быть достаточно плодотворны. Сложный процесс развертывания проблемы в теорию всегда связан с открытием новых закономерностей и новой интерпретацией старых знаний.

Однако совокупность инженерно-психологических проблем это не просто комплекс изолированных проблем. Проблемы инженерной психологии — это проблемы одного рода и различаются они лишь по своему виду. Взаимодействие инженерно-психологических проблем заставляет нас говорить о воз-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

можностях слияния проблем между собой. Слияние ряда проблем вполне естественно ведет к слиянию и соответствующих теорий.

Принципиально важными аспектами проблемы слияния нескольких задач является выяснение структуры и логической природы слияния, как какого-то обобщенного процесса. Процесс слияния является в то же время вторичным по отношению к первичному процессу «проблема — гипотеза — теория».

Известно, что в настоящее время в качестве теории эффективности технических систем выступает научное направление — исследование операций (обобщением этого направления является анализ систем).

Что же должна представлять по своей структуре общая теория надежности и эффективности (ОТНЭ) эргатических систем, т. е. систем «человека — машина»?

Рассмотрим процессы слияния и преобразования структур проблем в структуру ОТНЭ. Данный подход основан на следующих предпосылках:

а) процесс слияния инженерно-психологических проблем по своей природе носит предельный характер. Логические переходы от проблемы к проблеме есть переходы от одной меры к другой;

б) по своей логической структуре ОТНЭ должны строиться по логической структуре типа «круг кругов». Логическая структура «круг кругов» в качестве своих элементов содержит:

— логические уровни;

— логические переходы;

в) по своим функциям ОТНЭ должна быть анализом процессов, т. е. иметь двойные функции в снятом виде:

— анализ и синтез;

— индукцию и дедукцию.

Аналитико-синтетическая функция ОТНЭ обеспечивает условия полноты общей теории;

г) по своим целям ОТНЭ должна быть интегральным подходом, рассчитанным на решение наиболее важных аспектов рассматриваемых проблем.

Главной целью такого подхода является изучение процесса преобразования структур проблем в структуру общей теории, состоящей из уровней и переходов. Данная схема позволяет рассмотреть несколько путей построения ОТНЭ:

— математический — слияние мер проблем (по 1-му элементу);

— информационный — слияние потоков информации (по 2-му элементу);



— логический — слияние структур (по 1, 2, 3 элементам).

Каждая из проблем имеет трехэлементную структуру:

— формулирование проблем;

— собственно исследование;

— принятие решений.

При формулировании проблемы обычно формулируются цели и производится выбор мер, т. е. выбор теоретической модели. В качестве гипотез в проблемах отбора используются обычно различные виды вероятностных мер, например многомерное нормальное распределение.

В качестве гипотез теоретических моделей в теории надежности и эффективности обычно используются целевые функции в виде вероятностных мер или функционалов от них.

Значит, первым моментом процесса слияния будет слияние целей и мер. Такое преобразование (математический переход) в математическом плане есть не что иное, как переход от отдельных вероятностных мер на изолированных пространствах к функциональному пространству с совокупностью вероятностных мер. Рассмотрение такого пространства в абстрактном виде не представляет значительной сложности, однако вычисление функционалов в таком пространстве практически затруднено. Одной из таких трудностей является совместное рассмотрение многомерных и одномерных распределений, дискретных и непрерывных распределений. Такой путь в математике вообще-то достаточно известен (особенно в теории эффективности сложных систем) и связан с составлением достаточно сложных программ на АВМ или ЦВМ. Значит, прямой путь построений и математизации общей теории эффективности и надежности достаточно громоздок и сулит значительные трудности в практическом плане. Однако если математическое преобразование элементов структур указанных проблем затруднено, то логическое преобразование не представляет значительной сложности.

Рассмотрим логические пути построения ОТНЭ.

Нетрудно заметить, что при решении проблемы отбора и проблемы надежности и эффективности используется общий подход — операционный анализ. Другими словами, сбор информации (второй элемент обеих проблем) по своему характеру почти одинаков. Если при отборе нас интересует структура деятельности, то при оценке надежности и эффективности тоже. Анализ структур деятельности чаще всего описывается первоначально с помощью элементарных операций, которые затем логически трансформируются в более сложные, а главное качественно иные образования — функции. Та-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ким образом, построение ОТНЭ связано не просто с переходами от одной величины к другой (математическими преобразованиями), а с переходами качественными, переходами одного качества в другое. Такие логические переходы вызывают и специфичность необходимой теории надежности и эффективности.

В этом случае ОТНЭ есть не что иное, как часть теории инженерно-психологического анализа, построенного по схеме «круг кругов». Инженерно-психологический анализ, построенный по логической структуре «круг кругов» состоит из трех логических уровней и шести абстрактных логических переходов *:

— первый уровень — операционный анализ;
— второй уровень — функциональный анализ;
— третий уровень — системный анализ.

Логические переходы между уровнями и являются средством описания процесса слияния нескольких инженерно-психологических проблем. Другой стороной процесса слияния структур проблем является то, что информационный путь носит аддитивный характер. Необходимо учитывать, что инженерно-психологический анализ и во времени является комплексным анализом, используемым на всех стадиях, т. е. при проектировании, испытаниях и эксплуатации систем «человек — машина»:

$$I_{\text{ап}} = \sum_{n=1}^{\alpha} I_{\text{п}} + \sum_{n=1}^{\beta} I_{\text{и}} + \sum_{\text{э}=1}^{\gamma} I_{\text{э}},$$

где $I_{\text{ап}}$ — полный информационный поток; $\sum_{n=1}^{\alpha} I_{\text{п}}$ — сумма элементарных информационных потоков на стадии проектирования; $\sum_{n=1}^{\beta} I_{\text{и}}$ — сумма элементарных информационных потоков на стадии испытаний; $\sum_{\text{э}=1}^{\gamma} I_{\text{э}}$ — сумма элементарных информационных потоков на стадии эксплуатации.

* Под абстрактным переходом понимается логический переход, моменты которого не раскрыты.



Элементарными информационными потоками могут быть, например, поток отказов в проблеме эффективности и надежности и поток тестовых задач в проблеме отбора. При слиянии этих проблем мы говорим уже не об изолированных потоках, а о полном аддитивном потоке. Аддитивный поток является условием информационной полноты общей теории. Условие информационной полноты в практическом плане снимает проблему критерия, так как одной из главных трудностей при применении любой теории является сбор фактов, сведений. Сбор сведений всегда связан с экономическими расходами и требует времени. Условия информационной полноты, рассчитанные по аддитивному потоку, позволяют ответить на важный практический вопрос: когда следует прекратить сбор фактов?! Вычисление характеристик аддитивного потока и позволяет решить этот вопрос.

Таким образом, подход, в котором преобразование структур проблем в структуру теории осуществляется логическим путем, является, на наш взгляд, наиболее перспективным и легко реализуемым при создании ОТНЭ.

*М. В. Фрейдина*

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

Под эффективностью труда понимается способность человека в единицу времени производить максимальное количество продукции высокого качества при минимальных затратах сил, средств энергии и материалов. Таким образом, эффективность труда — это комплексный показатель, объединяющий такие частные критерии, как производительность труда, качество продукции, ее себестоимость, т. е. это комплекс экономических и др. показателей, определяющих, какой ценой обеспечено достижение высокого количества и качества производимой продукции.

И совершенно очевидно, что комплекс показателей эффективности труда зависит от значительного числа факторов, разнообразных как по своей природе, так и по своему характеру, времени, силе и скорости воздействия на оператора.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Естественно, что решение любой задачи, конечной целью которой является повышение эффективности труда, должно начинаться с выявления всей совокупности факторов, влияющих на данную эффективность. Причем, такое наиболее полное и систематизированное выявление факторов (и степени их влияния) открывает более широкую перспективу перед специалистами самых различных профилей, работающих над проблемой повышения производительности труда и эффективности производства в целом.

Следовательно, прежде всего мы должны обратить внимание на само понятие человеческий фактор, т. е. всю совокупность причин (факторов), влияющих на ее эффективность трудовой деятельности человека в условиях современного производства*.

Все вышеизложенное и легло в основу нашей работы, которая в последние годы и по настоящее время ведется под руководством А. И. Прохорова. В итоге этой работы создан Перечень факторов, влияющих на эффективность деятельности **. Мы считаем, что такой Перечень даже с учетом того, что на ряд факторов пока нет ни конкретных цифровых рекомендаций, ни даже общепринятых единиц измерения, будет необходим для решения вопросов, связанных с учетом человеческого фактора на различных этапах создания, испытаний и эксплуатации СЧМ, следующим категориям специалистов:

— специлистам заказывающих организаций и научно-исследовательских институтов, разрабатывающих технические требования и задания на создание новых и модернизацию старых систем;

— специалистам, разрабатывающим эти системы;

— специалистам, осуществляющим контроль за деятельностью промышленности;

— специалистам, испытывающим и оценивающим СЧМ;

— специалистам, непосредственно эксплуатирующим эту технику;

— специалистам по НОТ, гигиене, охране труда и технике безопасности;

* Сюда же относятся и факторы, не только влияющие на эффективность деятельности человека, но и на эффективность функционирования техники в СЧМ.

** Имеется в виду не только оператор, выполняющий определенные функции за пультом, но и вообще человек в процессе трудовой деятельности.



— специалистам, разрабатывающим перспективные стандарты;

— специалистам по инженерной психологии, разрабатывающим программы и методики инженерно-психологических исследований;

— специалистам НИИ, АН СССР, АМН СССР, АПН СССР, МЗ СССР, ВЦСПС и др. ведомств, ведущих исследования в плане выявления и оценки факторов, влияющих на эффективность деятельности человека-оператора.

Наш Перечень представляет собой первую попытку выявить, обобщить и систематизировать на основе анализа литературных и справочных данных максимально возможное число факторов, влияющих на эффективность деятельности человека-оператора. Разумеется, данный Перечень требует дальнейшей работы: пополнения, детализации, систематизации, уточнения с целью получения частных и комплексных критериев оценки эффективности деятельности человека-оператора и СЧМ в целом. Безусловно, дальнейшая работа в этом направлении должна осуществляться только в результате совместных усилий заинтересованных специалистов вышеперечисленных организаций и ведомств. Поэтому авторы Перечня рассчитывают как на обстоятельную конструктивную критику проведенной работы со стороны специалистов, так и на их активную помощь в дальнейшем.

*О. Б. Аксенов, Е. М. Хохлов*

## ПРИНЦИП ГРУППОВОЙ РАЗВЕРТКИ КАК ОБОБЩЕННЫЙ ПРИНЦИП ОПТИМИЗАЦИИ СЧМ

В настоящее время при рассмотрении СЧМ как объектов оптимизации используют обычно ряд принципов оптимизации (например, принцип максимума), которые были сформулированы для технических систем. Однако СЧМ обладают как объекты оптимизации определенной спецификой по сравнению с техническими системами. Эта специфика связана прежде всего с особенностями функционирования и наличия в них «человеческого» звена.

Эта специфика, на наш взгляд, заключается в следующем: основные системы человека (например, нервная система, системы анализаторов и др.) работают по принципу ограничений. В технических системах оптимизации принцип огра-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ничений описывает не основной оператор функционирования, а вспомогательный оператор. Обычно, ограничения накладываются в виде дополнительных условий на основные операторы (функции, функционалы).

Для СЧМ принцип ограничений становится основным, т. е. описывает основной оператор функционирования. Такая смена основного и вспомогательного операторов приводит к необходимости введения какого-то обобщенного принципа, в котором учитывалась бы смена основного и вспомогательного операторов.

Предлагается в качестве такого обобщенного принципа оптимизации, справедливого и для «человеческого» и для «машинного» звеньев СЧМ, использовать принцип групповой развертки, идея которого состоит в задании пределов развертывания одной группы преобразования и переходе к другой группе преобразований.

Показано, что основные предпосылки по использованию идеи групповой развертки были сформулированы Н. Винером для некоторых классов биологических систем.

Использование идеи групповой развертки как принципа оптимизации является, на наш взгляд, наиболее перспективным для описания процессов функционирования такого класса систем как системы «человек — машина».

*В. Г. Денисов, А. В. Скрипец*

### ОЦЕНКА ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ОПЕРАТОРА

На современном этапе решение проблемы создания оптимальных систем «оператор — машина — среда», в которых оператор является главным и решающим звеном управления, требует научного обоснования. Отдельно существующие науки об операторе и о машине не позволяют с единых позиций описать систему «оператор — машина — среда». Поэтому возникла необходимость создания нового научного направления, предметом которого была бы система «оператор — машина — среда» как единое функциональное целое, главной задачей которого являлась бы оптимизация систем по выбранным выходным критериям; методы этого научного направления — кибернетические, позволяющие с единых позиций подойти к отдельным элементам такой гибридной системы.

Чтобы знать, по каким критериям оптимизировать систему «оператор — машина — среда», необходимо предварительно ее оценить.



В докладе в качестве оценочного критерия человеко-машинной системы рассматривается показатель качества функционирования, зависящий как от критериальной функции, определяемой выходными техническими параметрами системы, так и критериальной функции напряженности оператора, определяемой психофизиологическими показателями. Вводятся понятия относительной, операционной и психофизиологической (эмоциональной) напряженностей оператора в эргатических системах «оператор — машина — среда». Рассматривается задача определения степени напряженности оператора как задача решения проблемы эргономической оценки человеко-машинных комплексов.

*В. Вилюнас, О. В. Овчинникова*

### НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРЕССА

Стресс рассматривается в работе как широкий класс состояний человека, вызываемых условиями повышенной трудности, опасности или особой ответственности. В современной психологии проблема стресса стала «проблемой дня», тем не менее само понятие стресса, часто употребляемое при описании эмпирических фактов в разных науках не имеет до сих пор сколько-нибудь удовлетворяющего или общепринятого теоретического определения. В настоящее время «стресс» может быть охарактеризован как отрицательное по значению прагматизированное понятие, усиленно разрабатываемое методом проб и ошибок. Поэтому теоретическая работа по проблеме стресса выступает как задача первой необходимости.

В теоретическом упорядочивании этой проблемы известно следующее:

1) выделение собственно психологической проблематики стресса (Р. Лазарус);

2) различение в пределах психологического стресса операционного и эмоционального стресса (Н. И. Наенко и О. В. Овчинникова). Это различение проводится по критерию отношения человека к деятельности, по содержанию ведущего мотива всегда полимотивированной деятельности человека. Доминирование процессуального мотива создает операционный стресс, актуализация личностного мотива — эмоциональный стресс*.

* Понятие «стресс» и «напряженность» рассматриваются нами как синонимы, описывающие одно и то же состояние.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Целью настоящей работы является теоретическая постановка специально психологической проблематики эмоционального стресса. Предлагается понимать проблему эмоционального стресса как имеющую функциональный предмет, а именно, как проблему влияния эмоций на продуктивную деятельность субъекта (неважно, внешнюю или внутреннюю). В таком аспекте — это старая классическая проблема влияния эмоций на деятельность, что делает возможным включить проблематику стресса в широкий круг теоретических психологических проблем. Такая постановка проблемы эмоционального стресса соответствует широко распространенному критерию определения стресса по нарушениям в деятельности, однако она исключает предпринимаемые многими авторами попытки рассматривать состояние стресса как особое состояние, рядоположное с другими эмоциональными состояниями (чувствами, аффектом...) и тем самым снимает иллюзию того, что проблема эмоционального стресса, это якобы «новая» проблема. Более того, из указанного подхода следует, что состояние стресса нельзя не только рядополагать, но и отождествлять с каким-либо из эмоциональных состояний, так как испытывать эмоцию или аффект субъект может и не будучи погруженным в продуктивную деятельность.

Далее, на основе классификационной схемы эмоциональных явлений, предлагаемой А. Н. Леонтьевым, в настоящей работе делается попытка уточнить и в известной мере разработать предложенное определение проблематики эмоционального стресса. Рассматривается принципиально различное явление на деятельность отдельных подклассов эмоциональных явлений (чувств, эмоций, аффектов). Эмоции и аффекты отличаются от чувств своей ситуационностью. Чувства же — это кристаллизовавшиеся в реальном или идеальном объекте, обобщенные в нем, стабильные эмоциональные образования. Поэтому, по отношению к деятельности эмоциональные явления можно разделить, с одной стороны, на чувства, которые «постоянно присутствуют» в деятельности, и, с другой стороны, на аффекты и эмоции, которые возникают в ситуации и, следовательно, способны так или иначе временно влиять на деятельность. Такое разделение позволяет считать, что проблематика стресса охватывает только влияние на деятельность аффектов и эмоций. При этом принципиально различное влияние эмоций и аффектов на деятельность разбивает проблематику стресса соответственно на проблемы аффективного и эмоционального (в узком смысле) стресса, которые можно рассматривать в известных пределах независимо. В контексте предлагаемой схемы анализа эмоционального стресса описываемые в литературе гиперстрессовые явления, возникающие в экстремальных ситуациях, т. е. при угрозе для жизни человека (Ю. Г. Титов и А. И. Прохорова), попадают под определение аффективного стресса.



*М. А. Матова*

## О НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ВЫПОЛНЕНИИ ДВУХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Изучение психологических особенностей выполнения человеком двойной функции имеет существенное значение для решения вопросов оценки и прогнозирования надежности работы человека-оператора в тех видах профессиональной деятельности, где сочетаются две и более функции и где ошибки хотя бы в одной из них приводят к очень серьезным последствиям.

Применение разработанной в лаборатории психических состояний оригинальной «лабориферной» методики (Ф. Д. Горбов, М. А. Матова, Б. Ш. Розенблат, «Вопросы психологии», 1971, № 2) дало возможность получить многоплановые характеристики работы человека в условиях временной совмещенности функций. Первая функция представляла собой непрерывные счетные операции, вторая — периодические индикационные операции. Обе функции были логически взаимосвязаны, и непременным условием являлось их оптимальное сочетание. За качество выполнения обеих функций давалась интегративная оценка в баллах. В соответствии с интегративной оценкой деятельности весь контингент испытуемых (70 человек) был распределен на группы, которые различались и по уровню вегетативного сопровождения заданной деятельности (амплитуда КГР, частота сердцебиений, потоотделение и др.).

В исследовании установлена значимая связь между качеством деятельности и количеством случаев резкого нарушения ее в неожиданно меняющихся условиях. Большой процент выпадений или резких нарушений деятельности при экстремальных воздействиях приходится на группы испытуемых, плохо справляющихся с двойной функцией, что позволяет сделать вывод о возможности прогнозирования надежности и эффективности деятельности оператора в экстремальных условиях.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Высокая психическая загрузка человека при выполнении двух функций в условиях их временной совмещенности вызывает большую напряженность, и эта напряженность, если уровень ее чрезмерен, мешает активной перестройке деятельности при неожиданно возникающих затруднениях в работе. В результате испытуемые с низким уровнем функционирования оказываются менее психически устойчивыми, т. е. потенциально расположенными к аварии при воздействии экстремальных факторов.

Таким образом, экспериментальное исследование психологических особенностей выполнения человеком двойной функции является средством получения объективных данных о надежности работы человека-оператора.

*В. Н. Оксень*

### К ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК — МАШИНА»

Поведение объекта регулируется системой, в которой выделяется семь подсистем, группирующихся в три уровня. На первом уровне располагаются три подсистемы: «механизм», «организм» и «эмоция». Второй уровень содержит две подсистемы: «операция» и «информация». Третий уровень содержит подсистемы: «анализ» и «синтез».

Взаимодействие между подсистемами осуществляется в динамике по иерархическому принципу.

Проблема динамической иерархии развивается в информационном, операционном и дискриптивном направлениях.

В семиотической проблематике рассматривается роль обучения и ассимиляции в ходе взаимодействия с объектом и процессами среды при прогнозировании надежности систем типа «человек-машина».

*Н. И. Наенко*

### ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ПСИХИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При прогнозировании эффективности деятельности оператора в трудных условиях большое значение имеет учет возможных видов состояний психической напряженности, особенностей их функционального влияния на деятельность.

В проведенном исследовании показывается, что психологические особенности таких состояний могут зависеть от



содержания ведущего мотива (или группы мотивов) при выполнении испытуемым трудной задачи. Довольно четко выделяются, по меньшей мере, два вида психической напряженности — операционный (О. В. Овчинникова) и эмоциональный. Состояние операционной напряженности (ОН) характеризуется преимущественной выраженностью мотивов, порожденных процессом выполнения самой деятельности: интересом к содержанию задания, установлению истинного ответа на задачу и др., — при адекватном отношении испытуемого к успеху и неуспеху (Л. И. Божович, М. С. Неймарк, Л. С. Славина). Состояние эмоциональной напряженности (ЭН) характеризуется преобладанием мотивов, направленных на достижение высоких результатов при неадекватной реакции испытуемого на неуспех.

Состояние ОН оказывает мобилизующее влияние на деятельность и способствует сохранению ее на устойчивом уровне, состояние ЭН имеет двоякий эффект — как положительный, так и отрицательный вплоть до дезорганизации деятельности. Так, коэффициент успешности при решении числовых рядов в условиях ОН равен 22, а в условиях ЭН — 16. Однако состояние ЭН преимущественно улучшает временные характеристики деятельности. Важным показателем влияния исследуемых состояний на деятельность являются отказы от продолжения работы. При ОН отказов не было вовсе, тогда как при ЭН в случае сенсорных задач отмечено 5% отказов, в случае интеллектуальных — 48%. Неблагоприятные изменения в деятельности (отказы, увеличение ошибок, их грубый характер и др.) можно интерпретировать как понижение надежности в работе под влиянием эмоциональной напряженности (Б. Ф. Ломов, В. Л. Марищук).

Исследуемые виды напряженности оказывали разное воздействие на процессы активной переработки информации. Состояние ОН способствовало оптимальному сохранению процессов оперативной памяти и оперативного мышления; в состоянии ЭН указанные процессы теряли свою пластичность и приобретали ригидные черты, что практически вело к срыву выполняемой деятельности.

*М. А. Заика*

### К ПРОБЛЕМЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПИЛОТА (ОПЕРАТОРА) НА СЛОВЕСНЫЕ СИГНАЛЫ

Летная деятельность характеризуется рядом ситуаций, когда пилот ставится перед необходимостью выбора плана



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

управления самолетом из планов, навязываемых руководителем полета и построенных самостоятельно. Это требует наличия у летчика хорошей помехоустойчивости на словесные сигналы. В противном случае он не сможет оперативно оценить сложную рабочую ситуацию и осуществить адекватную систему действий. В результате смещения разных планов возникает деморализующая пилота эмоциональная напряженность, когда становится практически невозможным противопоставить свой план планам навязываемым. В таких условиях корригирующие указания становятся помехой.

В связи со значимостью для летной деятельности фактора помехоустойчивости встает проблема определения его психологической специфики, что может иметь принципиальное значение для профессионального отбора и обучения. В целях исследования этой проблемы нами обследовалась группа испытуемых до поступления и после окончания летного училища. Сравнительный анализ показал, что параметр помехоустойчивости остается почти неизменным. Другие же психофизиологические показатели: устойчивость внимания, его объем, скорость сенсомоторной реакции и др., улучшились.

Одновременно проводилось исследование на летчиках по такой же программе. Полученные данные аналогичны результатам экспериментов, проведенных на курсантах.

Правомерно поставить вопрос о тренируемости помехоустойчивости к словесным сигналам. Его решение позволит в определенной мере преодолевать тяжелые эмоциональные состояния благодаря профотбору по соответствующему критерию, либо на основе направленного формирования этого качества, что в целом должно повысить безопасность полетов.

*Р. В. Беледа*

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА К ВОЗДЕЙСТВИЮ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ

В сложных процессах, связанных с адаптацией организма к постоянно меняющимся условиям профессиональной деятельности, ведущая роль принадлежит активности, а также функциональным и резервным возможностям вегетативно-гуморально-гормональной комплексной системы, определяющей реактивность и работоспособность организма.

С этой целью мы изучали состояние симпато-адреналовой (СА) и гипоталямо-гипофизарно-адренокортикальной регуляторных систем по экскреции адреналина (А), норадреналина (НА), их биологических предшественников дофамина (ДА), дофа (Д), а также 17-оксикортикостероидов (17-ОНКС), содержащихся в моче, собранной несколькими порциями (в 11, 14, 19 и 8 час. утра) за сутки в состоянии покоя (активность системы) и после инъекции инсулина (0,15 ед. инсулина на 1 *кг* веса).

По клиническим признакам, характеру развившихся после введения инсулина вегетативных реакций, а также по уровню активности, функциональным и резервным возможностям СА и ГГА регуляторных систем, все обследованные лица (140 человек) были подразделены на 4 группы:

I и II группы — лица с отсутствием реакции и субъективных ощущений и лица с частичной клинической реакцией (со стороны пульса и артериального давления), для которых свойственна высокая активность СА и ГГА регуляторных систем. У лиц этих групп в порции мочи, собранной через 3 часа после инъекции инсулина, отмечалось повышение экскреции А (в 3—3,5 раза по сравнению с исходными экскреция НА и 17-ОНКС повышалась несколько меньше. В порциях мочи, собранных в вечернее и ночное время, отмечалось отчетливое увеличение экскреции ДА и Д, что характеризовало высокие функциональные возможности регуляторной системы.

У лиц III группы после инъекции инсулина отмечалась выраженная реакция симпато-адреналового типа. Они предъявляли жалобы на чувство внутреннего напряжения, дрожь, озноб, головную боль. Объективно отмечалась гиперемия или бледность лица «гусиная» кожа, повышение систолического и диастолического артериального давления, учащение пульса и дыхания. В порции мочи, собранной через 3 часа после инъекции инсулина, отмечалась более высокая экскреция А (в 4—5 раз), НА и 17-ОНКС. Вместе с тем, экскреция ДА и Д была менее выражена, чем у лиц I и II групп, что указывало на более низкие функциональные и резервные возможности.

У лиц IV группы после инъекции инсулина отмечалась выраженная реакция ваго-инсулярного типа. При этом отмечались жалобы на ощущение слабости, дрожи в ногах, потливости, иногда подташнивания. Объективно отмечалась бледность кожных покровов, гипергидроз области лба и ладоней, снижение артериального давления. В порции мочи, собранной в дневное время, экскреция А увеличивалась незначительно (в среднем в 1,5 раза) и еще меньше увеличивалась экскреция НА и 17-ОНКС. Экскреция ДА и Д так-





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

же увеличивалась незначительно, что указывало на низкие функциональные и резервные возможности адаптационной системы.

В качестве нагрузочной пробы нами использовалось воздействие умеренных степеней гипоксии в условиях барокамерного «подъема». При воздействии гипоксии со стороны СА и ГГА регуляторных систем наблюдались аналогичные, как и при инъекции инсулина, но более выраженные сдвиги, обусловленные и силой раздражителя, и нервно-эмоциональным напряжением.

Сопоставление данных, полученных при инсулиновой пробе с данными, полученными при обследовании в барокамере, показало, что лица I и II групп в подавляющем большинстве случаев хорошо переносили гипоксическую пробу. В противоположность этому лица III группы в 30%, а лица IV группы в 75% случаев показывали пониженную переносимость обследования в барокамере.

Таким образом, удалось отметить четкую корреляционную зависимость между результатами инсулиновой пробы и характером переносимости стрессовых воздействий человеком-оператором.

*К. К. Иоселиани, М. Н. Андерсон*

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИСТРАЦИИ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ

Основой психологической экспертизы лиц операторского профиля является определение функционально-психологических возможностей личности. В связи с этим за последние годы четко наметилось стремление объединить психологические и физиологические аспекты исследований. Этот подход можно считать наиболее адекватным при определении функционально-психологических возможностей оператора, так как характер изменений функций позволяет судить о том, какой ценой дается оператору выполнение задания в «трудных» ситуациях деятельности.

В настоящей работе представлены результаты изучения некоторых физиологических параметров до, во время и после выполнения напряженной умственной деятельности в условиях дефицита времени по методике «непрерывного счета в заданном темпе» с целью определения функционально-психологических возможностей личности и прогнозирования эффективности операторской деятельности.



Обследованию были подвергнуты 60 человек лиц операторского профиля в возрасте 25—40 лет. Результаты, полученные при анализе физиологических показателей представляют интерес в психологическом аспекте. Они вариабельны и позволили распределить всех обследуемых на две группы.

**1-я группа** (42 чел.). У лиц этой группы в результате выполнения напряженной умственной деятельности были обнаружены значительные изменения со стороны регистрируемых физиологических параметров. Снижалось систолическое (в среднем на 10—15 *мм рт. ст.*) и повышалось диастолическое (в среднем на 10—17 *мм рт. ст.*) давление, ЧСС увеличивалось на 20—30 сокращений в минуту (в некоторых случаях ЧСС доходила до 135—140 сокращений в минуту), частота дыхания становилась неритмичной и учащалась на 20—30 в минуту. В трудные моменты работы запись этих показателей сопровождалась различными движениями обследуемого, что в ряде случаев приводило к искажению четкого рисунка кривых. Величина КГР носила выраженный индивидуальный характер снижения кожного сопротивления. Обследуемые этой группы были целенаправлены на продолжение операторской деятельности, а потому заинтересованы в положительных результатах исследования. Результаты исследования у них высокие (у 33 чел. установлен высокий уровень умственной работоспособности, а у 9 чел. — средний уровень). Полученные данные свидетельствуют о том, что сохранение обследуемыми высокой работоспособности в течение всего эксперимента сопровождалось огромной мобилизацией внутренних резервов организма.

**2-я группа** (18 чел.). У лиц этой группы изменения указанных физиологических параметров были кратковременными и весьма незначительными и не выходили за пределы вариантов нормы. 8 человек этой группы целенаправлены на продолжение операторской деятельности, при выполнении задания показали высокую исходную готовность, быструю врабатываемость, нахождение интериоризованных приемов работы и высокую продуктивность. Сложная психическая деятельность даже в критические ситуации эксперимента не сопровождалась заметными сдвигами физиологических параметров. 10 человек из этой группы были отрицательно настроены на продолжение операторской деятельности, работали без желания, не мобилизуя свою психику и показали низкую умственную продуктивность. Константность физиологических функций и низкий уровень выполнения задания говорят о негативном отношении к предлагаемой деятельности.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Резюмируя изложенное, можно заключить, что подобные исследования способствуют объективизации психологических данных в процессе установления функционально-психологических возможностей личности, позволяют судить, какой ценой дается оператору выполнение напряженной умственной деятельности и о субъективном отношении к выполнению этой деятельности.

Лица, показавшие незначительные изменения физиологических параметров при качественном выполнении напряженной умственной работы, являются более надежными в операторской деятельности, чем лица, у которых эти изменения выражены значительно.

*А. М. Зальцман*

## ДИАГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА ПО ДИНАМИКЕ КОНТРОЛИРУЕМОГО ПАРАМЕТРА

1. Отсутствие ряда контрольных устройств, непосредственно индицирующих состояния некоторых элементов оборудования и параметров процесса, является типичным для современных технологических объектов. В этих условиях важно определить источник и вид информации, по которой оператор может судить о состоянии объекта как глобально, так и дифференцированно — вплоть до состояния любого из элементов объекта. Такая информация, как показал проведенный нами анализ, содержится в динамике отдельных параметров процесса.

2. Выдвинуты гипотезы о том, что:

а) человек-оператор может диагнозировать состояния отдельных элементов объекта по информации о динамике одного параметра;

б) необходимым условием успешного диагнозирования является наличие оперативных образов объекта (Д. А. Ошанин, 1966), опосредующих преобразование исходной информации о динамике параметра в информацию о состоянии объекта;

в) способ отображения информации оказывает существенное влияние на процессы формирования и функционирования оперативных образов и, как следствие, на эффективность акта диагнозирования.

3. Проведено экспериментальное исследование, подтвердившее выдвинутые гипотезы.

В исследовании моделировалась деятельность операторов, диагнозирующих состояния объекта по динамике контролируемого параметра для двух вариативных процессов: нелинейного нулевого порядка и линейного второго порядка. Информация о значениях параметра отображалась тремя способами: цифровым, стрелочным либо графическим.

При цифровом и стрелочном способах, в отличие от графического, оперативные образы либо вовсе не формировались, либо были крайне неустойчивыми. Это и обусловило то, что при цифровом и стрелочном способах никто из наших испытуемых (32 человека) не сумел диагнозировать состояние объекта по динамике контролируемого параметра, а при графическом способе те же испытуемые после небольшой тренировки легко, быстро и точно определяли состояния объекта.

4. Причина различий между цифровым и стрелочным способом отображения информации, с одной стороны, и графическим способом, с другой стороны, как это следует из экспериментальных данных, заключается в следующем. В первом случае для построения адекватных деятельности оперативных образов объекта требуется отражение сложной временной структуры значений контролируемого параметра. Во втором случае — достаточно отражение пространственного кода этой динамики. По-видимому, при зрительном восприятии сформировать образ на основе отражения чисто пространственных характеристик информации (графический способ) значительно легче, чем на основе отражения логико-временных (цифровой способ) или логико-пространственно-временных (стрелочный способ) характеристик информации.

*И. И. Кондратьева*

## ПРОЯВЛЕНИЕ «ЗАКОНА СИЛЫ» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ САМОПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Ввиду актуальности вопроса об оптимальной интенсивности сигналов (автоматизированные системы управления, практически все виды транспорта, разного рода сигнализация и т. д.) необходимо выяснить реальную значимость этой характеристики сигналов в трудовой деятельности человека. Решение этого вопроса связано с изучением проявлений широко известного в психофизиологии «закона силы».

2. Задача данного исследования состояла в выяснении вопроса о том, насколько характер силовых отношений, сформулированных в «законе силы», может зависеть от факторов





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

произвольной регуляции деятельности. Разработанные методики предусматривали постепенное усложнение психологической структуры деятельности.

3. Как показали эксперименты со звуковыми сигналами пяти интенсивностей (40, 60, 80, 100, 120 *дб;* частота 1000 *гц),* «закон силы» наиболее отчетливо проявлялся в условиях, где предъявлялись минимальные требования к саморегуляции, связанные лишь с самой необходимостью осуществлять ответы на каждый сигнал (случайный порядок предъявления сигналов, максимально индифферентная инструкция: «Услышите сигнал, нажмите на кнопку»). В условиях такой деятельности возможные характеристики ответа никак не оговаривались и поэтому не были предметом специального учета при программировании деятельности и не регулировались в ходе ее выполнения. Это обстоятельство существенно отличает данную серию эксперимента от традиционных опытов по изучению «закона силы», где обычно используется инструкция «как можно быстрее», по нашему мнению, уже необходимо требующая от испытуемого определенного уровня организации деятельности.

4. При введении требования скорости (инструкция «Как только услышите сигнал, нажмите на кнопку как можно быстрее»), т. е. параметра, требующего сознательного контроля, выраженность «закона силы» сгладилась, хотя испытуемые по-прежнему не знали порядка чередования сигналов и не могли заранее подготовиться к их восприятию.

5. При строго определенном и заранее известном испытуемым порядке чередования стимулов, т. е. в условиях, когда испытуемым давалась возможность настраиваться на сигналы определенной интенсивности, соответствующим образом строя свою деятельность, произошло дальнейшее нивелирование «закона силы».

6. Экспериментальный материал позволяет сделать вывод о том, что эффективность ответных реакций может быть детерминирована не только энергетическими характеристиками сигналов, а в значительной степени зависит от места, занимаемого сигналом в психологической структуре деятельности.



*С. Р. Раскатова*

## ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ХАРАКТЕРОМ ВЕСТИБУЛО-ВЕГЕТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ ВЕСТИБУЛОМЕТРИИ У НЕКОТОРЫХ ЛИЦ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вестибуло-вегетативные реакции, возникающие у лиц операторской деятельности в полете, являются одним из неблагоприятных факторов, оказывающих отрицательное влияние на работоспособность, и могут даже явиться причиной создания аварийных ситуаций. Между тем, эти расстройства нередко развиваются у лиц, ранее не предрасположенных к укачиванию, что создает значительные трудности не только при выяснении этиопатогенеза возникших расстройств, но и при решении вопросов экспертного характера.

Целью работы являлось изучение переносимости вестибулярных проб лицами с различными отклонениями в состоянии здоровья.

Всего было обследовано 290 лиц операторской деятельности, из них: лиц с астено-невротическим состоянием — 50 чел., нейроциркуляторной дистонией гипертензивного типа (НЦД Гт) — 40 чел., нейроциркуляторной дистонией кардиального типа (НЦД Кт) — 30 чел. Контрольную группу составили 170 здоровых лиц.

В комплекс вестибулометрического обследования входили кумулятивные пробы: испытание на качелях Хилова и метод с применением ускорений Кориолиса по методике И. И. Брянова (1963 г.). При испытании на качелях в течение 15 *мин,* регистрировалась ЭКГ за 5 *мин* до пробы, через каждые 5 *мин* в процессе качания и спустя 3 *мин* после пробы. При пробе с воздействием ускорений Кориолиса (ПКУК) кроме ЭКГ регистрировались одновременно тахоосциллограмма, кинетокардиограмма, фанокардиограмма, пульс бедреной и лучевой артерий. Оценка выраженности вегетативных реакций проводилась в основном согласно общепринятой классификации.

Исследования контрольной группы установили, что пониженная переносимость прямолинейных ускорений наблюдалась в 11,1% случаев, значительно больший процент пониженной переносимости отмечен при пробе ПКУК — 20,0%.

Так, в группе лиц с астено-невротическим состоянием при укачивании на качелях Хилова пониженная переносимость с вегетативными реакциями 2-й и 3-й степени была отмечена в 68,0%, а при воздействии ускорений Кориолиса — в 74,0%



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

случаев. Важно подчеркнуть, что характер изменений гемодинамики, как правило, уже на первых минутах воздействия свидетельствовал о возможности развития коллаптоидного состояния, что позволяло вовремя прекратить испытания, не допуская развития коллапса.

Результаты вестибулометрии у лиц с НЦД Гт выявили пониженную переносимость прямолинейных ускорений в 27,5% случаев, что в два с лишним раза больше, чем в контрольной группе. Еще более высокий процент пониженной переносимости при пробе ПКУК (67,5%), что более чем в 3 раза превышает процент пониженной устойчивости у здоровых. Отличительной особенностью переносимости вестибулярных проб у этой группы является тот факт, что вестибулометрические пробы хуже переносили именно те обследуемые, у которых наблюдались значительные колебания АД. Особое место как по характеру ответных реакций на вестибулярную стимуляцию, так и по переносимости вестибулярных проб занимает группа лиц с НЦД Кт, среди которых наиболее часто отмечалась пониженная переносимость прямолинейных ускорений. Так, пониженная переносимость выявлена у них в 36,4% случаев, что в 1,5 раза больше, чем у лиц с НЦД Гт, и в 3 раза больше по сравнению с контрольной группой. Значительно лучшая переносимость у этих лиц отмечена при пробе ПКУК: так, пониженная переносимость наблюдалась в 57,5% случаев, т. е. значительно меньше, чем в группе лиц с НЦД Гт и тем более в группе с астено-невротическим состоянием. Следует, однако, подчеркнуть, что худшая переносимость прямолинейных ускорений не только достоверна статистически, но и имеет качественное своеобразие. Дело в том, что именно на фоне воздействия прямолинейных ускорений у этих лиц проявляются нарушения функции проводимости и возбудимости сердца, не обнаруживаемые ранее при применении общепринятых функциональных проб.

Таким образом, необходимо уделять больше внимания ЭКГ исследованиям и данным гемодинамики при вестибулометрических пробах, позволяющим осуществлять оперативный контроль за обследуемыми в условиях воздействия вестибулярных раздражителей, выявляя при этом скрытые формы вестибулярной неустойчивости и функциональные нарушения со стороны сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы.



*И. Е. Цибулевский*

## ПРИНЦИП РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Анализ переходного процесса как случайной функции времени для системы «человек — оператор» и усилительное звено показывает, что кривая математического ожидания процесса с высокой точностью отвечает замкнутой системе с передаточной функцией:

$$\Phi(p) = \frac{1}{(T_p + 1)^2};$$

т. е. человек-оператор в среднем выполняет переходный процесс по критической кривой, лежащей на границе между колебательными и апериодическими процессами.

Передаточная функция человека-оператора в этом случае имеет вид

$$W_m(p) = \frac{K_m}{(T_m p + 1) p},$$

где

$$K_m = \frac{1}{2K_p T}; \qquad T_m = \frac{T}{2}.$$

Так как $T$ в первом приближении не зависит ни от коэффициента усиления усилительного звена $K_p$, ни от величины начального сигнала, то коэффициент усиления разомкнутой системы $K_m K_p$ сохраняет при этом постоянную величину. Аналогичное явление имеет место в системе «человек — оператор» и интегрирующее звено. Вероятно это общий закон адаптации человека-оператора. В замкнутой системе человек изменяет свой коэффициент усиления таким образом, чтобы общий коэффициент усиления разомкнутой системы был равен 4—8 1/*сек*.

Имеется оптимальное значение коэффициента усиления $K_p$, при котором оператор выполняет переходное движение в кратчайшее время.

Вид и числовые параметры кривой математического ожидания переходного процесса не могут быть истолкованы в рамках стационарной линейной теории регулирования, если полагать человека-оператора линейным звеном с запаздывающей обработкой связью.

Имеется глубокое различие принципа регулирования применяемых в настоящее время автоматических систем и зри-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

тельно-двигательного механизма человека. Переходный процесс, выполняемый человеком, содержит относительно длительные периоды, в течение которых зрительная обратная связь не участвует в управлении движением. Центральная нервная система управляет при этом движением руки по определенной программе, реализация которой начинается после того, как зрительная обратная связь доставит информацию о начальных условиях движения — величине ошибки, подлежащей устранению.

Когда оператор выполняет непрерывное движение как звено замкнутой системы, имеются периоды, в течение которых он действует как разомкнутое звено с программным управлением.

Можно предположить, что последовательные программные движения, составляющие в своей совокупности непрерывное движение, представляют собой тот механизм, который компенсирует большое запаздывание, свойственное человеку и являющееся следствием малой скорости передачи сигналов нервной системой.

Существо принципа регулирования, лежащего в основе зрительно-двигательной реакции человека, сводится к тому, что система снабжена памятью, хранящей набор программ для типовых движений, и внешний сигнал немедленно включает в действие соответствующую программу. Сигнал обратной связи не используется для непрерывного управления движением на выходе системы. Он служит исходным материалом для подготовки программы движения на последующем участке.

*И. Е. Шамрина, Ю. А. Макаров*

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВОСПРИЯТИЯ ОПЕРАТОРА

Одним из средств предотвращения несчастных случаев на производстве являются: цветовое решение оборудования, коммуникаций и производственных помещений, рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности.

Наше исследование было посвящено зрительному восприятию на примере промышленных знаков безопасности.

Первый этап исследования показал, что:

1) предъявляемые сигналы хорошо обнаруживались всеми испытуемыми,

2) предъявляемые сигналы обнаруживались с разной скоростью.



Среднее время обнаружения сигналов: круглой формы — 1,81 *сек,* прямоугольной формы — 2,45 *сек,* треугольной формы — 2,97 *сек.*

Следовательно, форма предложенных знаков безопасности в данных условиях является информативной и способствует обнаружению знаков безопасности.

Второй этап исследований показал, что предъявляемые знаки безопасности по скорости и точности распознавания разбились на три группы. В первую группу вошли сигналы, которые не вызывали ложных ответов, зона распознавания колебалась в пределах 20—75 *м,* а скорость распознавания — 1,2—1,9 *сек.* Вторая группа сигналов характеризуется возрастанием времени распознавания от 2 до 2,9 *сек.*

Зона распознавания сужается с 10 до 55 *м.* Эта группа сигналов характеризуется наличием небольшого числа ложных ответов 17.

Данная группа сигналов отличается большим временем распознавания (4,5—7,5 *сек);* зона распознавания еще больше сузилась (15—35 *м),* количество ложных ответов значительно увеличилось (107).

Полученные результаты говорят о том, что знаки распознавались только по символам, а форма и цвет знака не помогали испытуемым отнести их к той или иной группе.

Анализ данных 3-го этапа исследования показал, что из 1696 возможных ответов 868 были правильными; 448 — ложными, а в 380 случаях испытуемые не могли осмыслить и передать содержание предъявляемых знаков.

Методика, использованная в данной работе, полностью не вскрывала причин ложных ответов, но можно предположить, что одной из причин является тот факт, что некоторая часть испытуемых в ответах не учитывала форму и цвет предложенных знаков.

*И. Е. Шамрина*

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУКТАЖА НА ОСМЫСЛИВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗНАКОВ БЕЗОПАСНОСТИ

Учитывая важность применения знаков безопасности в организации рабочего места, мы провели экспериментальное исследование, целью которого было выяснение влияния предварительного инструктажа на осмысливание промышленных знаков безопасности.

Наше исследование проводилось в 2 серии на I Государственном подшипниковом заводе. Испытуемыми были



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

вновь поступающие на завод. В каждой серии участвовало по 106 человек.

В 1-й серии рассматривался вопрос осмысления знаков безопасности без предварительного инструктажа. Целью 2-й серии было осмысливание знаков безопасности с предварительным инструктажем.

1-я серия исследования показала, что одной из причин большого числа ложных ответов был тот факт, что испытуемые не учитывали форму и цвет предъявляемых знаков.

Введением предварительного инструктажа мы попытались дать понятие о принципе сочетания формы и цвета, рассчитывая таким образом сократить число ложных ответов. Результаты 2-й серии эксперимента показали, что мы выбрали правильный путь — число ложных ответов (по форме и цвету) сократилось с 68 в 1-й серии до 26 во 2-й серии.

Таким образом, сравнение результатов 1-й и 2-й серии эксперимента показало, что введение предварительного инструктажа значительно улучшает результаты и является необходимым при введении промышленных знаков безопасности на рабочих местах.

*В. С. Черкес*

## ВЫБОР КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ ВРЕМЕНИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ ЗАКОНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Время, необходимое для реализации поступающей в СЧМ информации, может быть оценено распределением времени обслуживания. Время пребывания требования в системе складывается из времени пребывания в очереди и времени обслуживания. Если принять за коэффициент обслуживания системы $K_{об}$ отношение среднего времени обслуживания к среднему времени пребывания в ней $K_{об} = \frac{t_{об}}{t_{пр}}$, то, очевидно, та система будет лучшей, у которой $K_{об}$ больше. Поскольку лучшей следует считать систему, у которой среднее время обслуживания равно среднему времени пребывания, то, очевидно, $K_{об\,max} = 1$. Получена формула для $K_{об}$ при аппроксимации времени обслуживания Г-распределением

$$K_{об} = \frac{1-\psi}{1-\frac{1}{2}(1-V^2)\psi}$$

где $V$ — коэффициент вариабильности времени обслуживания; $\psi$ — загрузка системы.

Построены графические зависимости $K_{об} = f(V)$, из анализа которых делается вывод об увеличении коэффициента обслуживания при уменьшении вариабильности.

Время обслуживания в СЧМ хорошо аппроксимируется Г-распределением ввиду разнообразности форм этого закона. Однако целый ряд авторов считает нецелесообразным применение Г-распределения ввиду сложности расчетов и рекомендует расчет характеристик СЧМ вести по известным и достаточно простым формулам экспоненциального распределения, являющегося частным случаем Г-распределения, когда коэффициент Г-распределения равен единице ($\alpha = 1$).

Возникает задача определения критерия, по которому можно было бы судить, когда целесообразно опытные данные аппроксимировать экспоненциальным распределением, а когда Г-распределением.

Известные формулы для параметров Г-распределения выражаются через коэффициент вариабильности и делается вывод о существовании обратно пропорциональной зависимости между коэффициентом формы Г-распределения $\alpha$ и коэффициентом вариабильности $V$. Поскольку $K_{об}$ и $V$ обратно пропорциональны, то $K_{об}$ и $\alpha$ прямо пропорциональны.

Следовательно, увеличение коэффициента формы Г-распределения соответствует получению системы с лучшим обслуживанием. Целесообразным поэтому является принятие за критерий аппроксимации времени обслуживания коэффициента формы Г-распределения.

Действительно, с ростом $\alpha$ увеличивается $K_{об}$ и, следовательно, обслуживание в системе улучшается.

Таким образом, предлагается следующая последовательность работы при аппроксимации распределения экспериментальных данных теоретическим законом распределения:

1) определить первые два момента опытного распределения;

2) определить параметры Г-распределения;

3) аппроксимировать опытное распределение теоретическим:

а) при коэффициенте формы Г-распределения $\alpha \leqslant 1$ — экспоненциальным;

б) при $\alpha > 1$ — Г-распределением.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*С. Я. Кузнецов*

## СУЩНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ И НАЗНАЧЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ ПСИХОЛОГИИ

1. В настоящее время проектирование любых объектов строительства невозможно без всестороннего учета человеческого фактора и прежде всего психологии тех людей, для кого предназначаются проектируемые объекты. Всесторонний учет этого фактора должен производиться на строго научной основе и, следовательно, должна быть разработана методология такого процесса, т. е. теория, которую, по нашему мнению, можно было бы назвать архитектурной психологией.

2. Архитектурная психология близка по своей сущности к инженерной психологии, но имеет свои особенности. Они заключаются, прежде всего, в том, что в архитектурной психологии факторы действуют более длительное время (иногда годы и десятилетия), и влияние их на человека, как правило, осуществляется в более скрытой форме, тогда как факторы, влияющие на эффективность деятельности (и другие характеристики человека), в инженерной психологии проявляются более динамично и всегда выражаются в более явном виде. Кроме того, в архитектурной психологии факторы в значительной своей части отличны от факторов, учетом которых занимается инженерная психология.

Представим факторы среды, воздействующие на человека, влияющие на его деятельность и изучаемые инженерной психологией в виде круга. Это факторы «быстрого воздействия», или факторы группы «А». Кроме них имеется другая группа — группа «эмоциональных факторов длительного воздействия», или группа «Б». Эти группы факторов очень тесно связаны между собой. Наложим частично круг А на круг Б и получим промежуточную зону, состоящую из двух дополнительных групп факторов.

Группа «А—Б» — эмоциональные факторы быстрого воздействия. Группа «$А_1$—$Б_1$» — гигиенические факторы длительного воздействия.

Как правило, мы имеем дело со сложными факторами, которые выступают различными своими составляющими в каждой из групп.

Например, свет.

В группе «А»: освещенность, яркость, бликование, их влияние на эффективность деятельности. В группе «А—Б»: динамика света во времени, влияние ее на тонус коры головного мозга. В группе «$А_1Б_1$»: освещенность, яркость, бликование, их влияние на органы зрения. В группе «Б»: свет как средство выявления архитектурной композиции.

3. Факторы группы «А» вызывают, как правило, дискомфорт уже на рецепторном уровне. Влияние их быстро сказывается на производительности, они относительно легко обнаруживаются и излучаются. Влияние факторов группы «Б» связано с эмоциональным аппаратом человека и очень часто внешне не заметно, хотя они-то и участвуют в формировании многих человеческих чувств. Изучение влияния этих факторов гораздо сложнее. Если факторы двух промежуточных групп могут изучаться в точных экспериментах, в том числе и длительных, то факторы группы «Б» нуждаются в очень серьезных теоретических разработках и в постановке, возможно, не прямых, а ряда косвенных экспериментов, либо широких наблюдений и исследований.

4. Особенность архитектурной психологии как раз такова, что она должна заниматься изучением факторов группы Б и двух промежуточных групп «А—Б» и «$А_1$—$Б_1$». Факторы группы А довольно подробно уже изучены различными прикладными науками: строительной акустикой, светотехникой и т. п. Эти науки предоставляют архитекторам довольно точные цифровые нормативы, соблюдение которых обязательно в процессе проектирования и строительства.

Архитектурная психология связана в основном с творческими проблемами, и ее задача — не получение жестких норм и правил, а оценка тех или иных принципов архитектурной композиции, поиск правильного пути их развития.



*Э. В. Петросянц, О. К. Бульбенкова*

## ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГОРНОРАБОЧЕГО

Деятельность горнорабочего протекает в сложных условиях, связанных с возникновением аварийных ситуаций, в связи с чем его важнейшей профессиональной функцией становятся процессы восприятия. Исследование показало, что надежность функционирования перцептивных процессов, обеспечивающих безопасность труда, зависит от степени производственного утомления.

Динамика перцептивных процессов фиксировалась с помощью методики «корректурная проба с кольцами Ландольта». В опытах участвовали 30 рабочих очистного забоя в воз-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

расте от 30 до 45 лет со стажем работы от 8 до 15 лет. Таблицы с 8 символами и 10 рядами по двадцать колец в каждом ряду предъявлялись за 1 час до спуска в шахту и далее — через каждые два часа на рабочем месте. Последний эксперимент проводился час спустя после окончания работы. При обработке полученного материала учитывались: а) точность; б) скорость выполнения пробы. Наряду с количественными показателями производился качественный анализ характера ошибок.

На основе анализа экспериментального материала было выявлено три типа динамики перцептивных процессов в связи с колебаниями работоспособности. Динамика первого типа отличается ровной кривой работоспособности на протяжении рабочего дня. При выполнении задания, как правило, наблюдаются только пропуски символов. Второй тип характеризуется резкими перепадами кривой работоспособности и наличием ошибочных действий, связанных с нарушением дифференцировки, и парадоксальными реакциями. У представителей третьего типа наблюдается нарастание количества пропущенных знаков при одновременном нарастании ошибочных действий.

Таким образом, анализ деятельности горнорабочего по обнаружению признаков аварийных ситуаций позволяет сделать вывод: уровень страхующей перцептивной деятельности, а следовательно, и надежность всего труда горнорабочего, зависит как от уровня работоспособности, так и от индивидуально-типологических особенностей человека.

## СЕКЦИЯ АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ

*В. В. Бодров*

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКОЙ ВИБРАТОРНОЙ АНТЕННЫ

Целью настоящего доклада является подведение некоторых итогов теоретического исследования тонкой вибраторной антенны, анализ достигнутого уровня теоретических исследований и обсуждение возможных путей развития теории вибраторных антенн. В докладе рассматриваются различные теоретические модели вибраторной антенны, методы расчета распределения тока по вибратору и входного сопротивления вибраторной антенны:

1) модель Стреттона—Чу в виде тонкого эллипсоида вращения;

2) конический вибратор Щелкунова;

3) модель цилиндрического вибратора с заданным распределением поля в зазоре в исследованиях Халлена, Леонтовича, Левина, Кинга;

4) модель трубчатого вибратора Фока, Конторовича и Вайнштейна;

5) модель вибратора, предложенная Гапоновым и Миллером;

6) модель Вайнштейна вибратора с питающей линией.

Обсуждаются ограничения, неточности и ошибки, присущие перечисленным моделям и тем методам, которые на их основе предложены. Подчеркивается роль возбуждающего зазора (более широковозбуждающего устройства) в теории тонкой антенны и предлагается простой и точный способ описания влияния зазора на распределение тока на основе теоремы эквивалентности, что позволяет сравнить с единой позиции различные точки зрения на роль зазора в теории антенн.

Обсуждаются дискуссии по этому вопросу, возникшие ранее и продолжающиеся в настоящее время в неявной форме. О точности метода наводимых э. д. с. для проволочных антенн.

Исследуются причины расхождения результатов расчета по различным методам. Рассматривается вопрос об ограниченности предложенных моделей в некоторых специальных



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

условиях и, наоборот, указываются условия, когда эти модели дают очень точное описание реального положения вещей. Обсуждается постановка задачи исследования вибраторной антенны как элемента большой решетки. Необходимость и способы учета влияния элементов конструкции крепления, симметрирующих устройств и формы поперечного сечения вибратора на распределение тока и входное сопротивление. О возможности учета окружающих условий на излучение вибраторной антенны.

*Е. Н. Васильев*

### АНТЕННЫ НА ТЕЛАХ ВРАЩЕНИЯ

Для решения задачи возбуждения тел вращения был разработан численный метод, основанный на сведении задачи к интегральному уравнению. Вращательная симметрия тел использовалась следующим образом. Поля и токи разлагались в ряды Фурье по азимутальной координате и интегральное уравнение записывалось относительно азимутальных гармоник поверхностного тока. При таком подходе интегральные уравнения получаются одномерными, что очень существенно для численного решения.

В данном докладе основное внимание уделяется результатам, полученным с помощью данного метода, поскольку сам метод неоднократно докладывался.

Разложение полей и токов в ряд Фурье по азимутальной координате полезно не только при решении, но и при интерпретации результатов. Поля отдельных азимутальных гармоник заметно отличаются друг от друга, особенно выделяется нулевая азимутальная гармоника.

В докладе рассматривается возбуждение идеально проводящего тела нулевой азимутальной гармоники. Для определенности обсуждаются два тела — цилиндр и конус. Частным случаем этой проблемы является теория толстого вибратора. Обсуждается как распределение тока, так и распределение нормальной составляющей электрического поля, которая существенна при определении разрядоустойчивости антенн. Обсуждается осесимметричное возбуждение тех же тел, покрытых слоем диэлектрика.

Далее рассматривается возбуждение вытянутых тел первой азимутальной гармоникой. Выясняется роль бегущей вдоль тела волны в формировании диаграммы направленности. Показывается, что в некоторых случаях тело не только не создает тени, но в определенной степени концентрирует



энергию. В качестве возбуждающих элементов рассматриваются диполь Герца и симметричный вибратор.

Наряду с этим приводятся результаты расчета для импедансных тел. Исследуется возбуждение импедансного цилиндра с однородным и неоднородным импедансом применительно к теории цилиндрической импедансной антенны.

*Н. С. Орлова*

### МЕТОД РАСЧЕТА АНТЕНН, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВБЛИЗИ ВЫПУКЛЫХ ТЕЛ БОЛЬШИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Дается обзор существующих методов решения задач о дифракции электромагнитных волн на телах больших электрических размеров и излучении антенн, расположенных вблизи их поверхностей.

Во второй части доклада рассматривается метод расчета характеристик излучения произвольных электромагнитных излучателей, расположенных вблизи тел больших электрических размеров, основанный на асимптотическом решении задачи дифракции плоской электромагнитной волны на гладком идеально проводящем теле произвольной формы.

Решение трехмерной векторной задачи дифракции выражается через функции Фока. Оно учитывает изменение геометрии поверхности тела в теневой области и справедливо в пограничном слое вблизи поверхности во всей зоне тени, включая область глубокой тени и полутени, вплоть до смыкания на свету с формулами геометрической оптики.

Используя полученные выражения для электрических токов на поверхности тела и применяя теорему эквивалентности, удается распространить решение и на дальнюю зону. Полученное асимптотическое решение обобщает известные формулы Келлера на всю область тени и полутени и асимптотически переходит в них вдали от поверхности тела и области полутени.

Структура полученного в работе решения точно связана с лучевой картиной распространения ползущих (огибающих) волн вдоль поверхности тела. Проведенные исследования показывают, что в общем случае лучевая картина может быть достаточно сложной: через различные точки наблюдения может проходить различное число лучей; образуются простые и особые каустики. Учет суперпозиции электромагнитных полей отдельных парциальных волн, попадающих в точку наблюдения по разным лучевым траекториям, позволяет весьма



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

точно передать интерференционный характер поля в области тени. Получены асимптотические формулы, определяющие поля и токи в окрестности гладких каустик. Получено также равномерное асимптотическое интегральное представление для дифракционных токов и полей в пограничном слое, которое позволяет с помощью единой формулы определять поле для любой произвольной точки наблюдения на поверхности в области тени, в том числе и вблизи особых каустик.

Далее с помощью теоремы взаимности получены формулы для расчета характеристик излучения электрических и магнитных диполей, расположенных вблизи произвольной поверхности идеально проводящего выпуклого тела. Полученные формулы могут быть использованы для решения задачи возбуждения в случае произвольных электромагнитных излучателей.

Наиболее подробно рассмотрено возбуждение гладких выпуклых тел вращения. Приводятся диаграммы направленности электрических и магнитных элементарных излучателей, расположенных вблизи эллипсоида вращения и конечного идеально проводящего кругового цилиндра. Для шара проводится сравнение полученных результатов с асимптотикой точного решения; показано совпадение результатов при $ka \geqslant 10$ ($ka$ — электрический радиус шара).

*А. Ф. Чаплин*

### СИНТЕЗ ИМПЕДАНСНЫХ СТРУКТУР И ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Доклад содержит обзор опубликованных работ по проблеме синтеза импедансных структур и отражательных антенных решеток, а также постановку и решение некоторых новых задач этого типа.

В обзорной части доклада все известные работы делятся на три группы: 1) работы, посвященные синтезу импедансных структур, форма которых совпадает с координатной поверхностью в тех системах координат, где возможно разделение переменных в векторном волновом уравнении; 2) работы, посвященные синтезу рельефных импедансных поверхностей; 3) работы, посвященные синтезу отражательных решеток.

К работам первой группы относятся работы О. Н. Терешина, В. И. Чебышева, А. Ф. Чаплина. В этих работах ставится и решается задача о нахождении распределения реактивного импеданса по известной диаграмме направленности



на плоскости, на круговом и эллиптическом цилиндрах. Распределение сторонних источников считается заданным. Основная математическая трудность решения задачи связана с необходимостью удовлетворить условие реактивности импеданса, которое приводит к нелинейному интегральному уравнению.

Работы второй группы включают статью Боляна и серию работ О. Н. Терешина и его сотрудников. Здесь решается задача о формировании требуемого распределения поля в полупространстве с помощью рельефной поверхности с реактивным импедансом. В процессе решения находится как форма поверхности, так и закон изменения импеданса вдоль нее. Возможность управлять формой поверхности облегчает решение задачи и снимает трудности, связанные с выполнением условия реактивности.

Третья группа работ включает работы Чаплина А. Ф., Машкова В. А. и Маккавеевой В. Ф., Поповкина В. И. и Маторина А. В. В этих работах решается задача о вычислении реактивных сопротивлений нагрузки элементов решетки по заданной диаграмме направленности. Развитые методы синтеза позволяют рассчитывать отражательные решетки произвольной геометрии и, в частности, сканирующие решетки.

После общей характеристики задач синтеза импедансных структур и отражательных решеток в докладе рассматривается решение четырех частных задач: 1) задачи синтеза плоской импедансной антенны по заданной диаграмме направленности; 2) задачи синтеза волноводного трансформатора типов волн, имеющего вид импедансной мембраны; 3) задачи синтеза неизлучающего возбудителя линии поверхностной волны; 4) задачи синтеза отражательной антенной решетки. Приводятся численные результаты и обсуждаются пути реализации и применения таких устройств.

*В. Ф. Андреев*

### АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДОЛЬНОГО ТИПА

Рассматриваются процессы, происходящие в периодической системе, состоящей из элементов продольного типа. В первой части работы методом теории возмущений решается задача об определении собственных колебаний в рассматриваемой системе. Поле в произвольной точке системы пред-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ставляется в виде суперпозиции полей от каждого элемента системы, что справедливо при малой связи между элементами (конкретные расчеты и эксперименты подтверждают справедливость такого представления).

Непосредственно из уравнений Максвелла выводятся соотношения, определяющие собственные частоты колебаний в рассматриваемой системе (дисперсионное уравнение). Показано, что вид собственных колебаний определяется геометрией системы и не зависит ни от конкретного типа продольного элемента, ни от типа волн, для которых производится данное рассмотрение. Тип волны и вид продольного элемента определяют лишь величины постоянных коэффициентов. Это обстоятельство объясняется тем, что поперечные компоненты волнового вектора в периодической решетке при заданном значении продольной составляющей определяются исключительно ее геометрией.

Во второй части рассматриваются вынужденные колебания в системе. При этом в некотором сечении периодической системы заданными сторонними токами возбуждается один элемент решетки и ищется поле в любой точке рассматриваемой системы. Анализ производится путем разложения поля, заданного на одном элементе, в ряд Фурье по собственным колебаниям системы, найденным в первой части работы. Показано, что вид амплитудно-фазового распределения поля в любом сечении системы определяется ее геометрией и также не зависит ни от вида продольного элемента, ни от типа волны.

В третьей части находится диаграмма направленности периодической системы при возбуждении одного ее элемента. При этом пренебрегается возмущением, обусловленным конечностью длины продольного элемента, аналогично тому, как это делается при определении диаграммы направленности уединенного элемента. Для определения диаграммы направленности элемента в системе используются результаты второй части работы и обычными методами производится суммирование полей от всех элементов системы в дальней зоне. Как и в предыдущих частях работы, показано, что аналитическое выражение для диаграммы направленности элемента в системе не зависит от конкретного вида продольного элемента и типа волны, а определяется только геометрией системы.

При рассмотрении периодических систем с прямоугольными периодами удается получить решение для всех предыдущих результатов в замкнутом и удобном для расчетов виде. Для случая систем с произвольными периодами возникает необходимость в использовании ЭВМ.

Для проведения количественных расчетов была выбрана прямоугольная периодическая система, состоящая из круглых диэлектрических стержней. Приводятся результаты численных расчетов собственных колебаний, амплитудно-фазового распределения в системе и диаграммы направленности стержня в системе в зависимости от параметров стержней и величин периодов решетки. Расчет производится для волны типа $HE_{11}$.



*В. И. Вольман*

## РЕШЕНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПУТЕМ СВЕДЕНИЯ К ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СТАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ

Излагается методика решения двумерных внутренних и внешних задач электродинамики. Методика основана на том, что краевое значение функции, удовлетворяющей двумерному волновому уравнению, выражается через краевое значение специальным образом введенной аналитической функции, являющейся решением двумерного уравнения Лапласа.

Связь между обеими функциями, т. е. между точным электродинамическим решением и решением уравнения Лапласа, устанавливается в случае внутренних задач с помощью интегрального представления решений волнового уравнения, полученного И. Н. Векуа. Получено аналогичное представление для внешних задач.

Известными методами строится аналитическая функция, удовлетворяющая тем же краевым условиям, что и электродинамическая.

В соответствии с интегральными представлениями точное решение и аналитическая функция выражаются через одну и ту же функцию. Эта функция находится как решение неоднородного интегрального уравнения Вольтерра. В правую часть уравнения входит найденная ранее аналитическая функция.

В качестве примера, иллюстрирующего изложенную методику, рассматривается задача дифракции электромагнитной волны на плоской решетке, состоящей из конечного числа идеально проводящих лент произвольной ширины.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*М. М. Железняк, В. Н. Калачев, В. А. Кашин*

### СТАТИСТИЧЕСКИЙ ДИСКРЕТНО-ФАЗОВЫЙ СИНТЕЗ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

С увеличением числа элементов в антенных решетках падает эффективность численных методов фазового синтеза диаграмм направленности при детерминированной постановке задачи. Это обстоятельство послужило стимулом для разработки статистических методов дискретно-фазового синтеза, приводимых в докладе. В силу статистического характера эти методы следует применять именно к решеткам с большим числом элементов. Для статистических методов с точки зрения вычислительных трудностей не имеет значения, изменяется ли фаза на элементах решетки дискретным образом или непрерывно. В докладе предлагаются и исследуются два метода синтеза.

Первый метод заключается в статистическом формировании на раскрыве решетки дискретного фазового распределения, эквивалентного по своим свойствам заданному (эталонному) непрерывному амплитудно-фазовому распределению поля. Его целесообразно применять для «точного» синтеза, когда точно следует воспроизвести эталонную диаграмму в области боковых лепестков.

Второй метод использует теорию парциальных диаграмм в сочетании со статистическим разбиением элементов эквидистантной решетки на группу подрешеток, «вложенных» друг в друга, когда каждая подрешетка формирует свою парциальную диаграмму. Второй метод целесообразно использовать для синтеза диаграмм в области главного луча, т. е. для «грубого» синтеза, при котором не интересуются деталями диаграмм направленности.

Для обоих методов приводятся примеры синтеза диаграмм как в заданном сечении, так и в объеме при числе элементов в решетке порядка нескольких тысяч. Подробно исследуется вопрос о качестве воспроизведения синтезируемой диаграммы и о дополнительных потерях направленности при синтезе.

Для предложенных методов характерно весьма малое время, необходимое для расчетов на ЦВМ.



*И. П. Киселева, Л. В. Корси, И. В. Смирнова, В. Г. Соколов, А. В. Янин*

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФАЗОВОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ДИСКРЕТНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Дается постановка и методы решения задачи фазового синтеза линейной решетки в среднеквадратичном и чебышевском смысле. Рассматриваются различные методы решения этой задачи — метод регуляризации, метод проектируемого градиента и метод динамического программирования.

В качестве примеров, иллюстрирующих численные методы, приводятся задачи расширения диаграммы направленности, создания многолучевой диаграммы, синтеза решетки с уменьшенным уровнем бокового излучения. Обсуждается ряд вопросов, связанных со сходимостью, многоэкстремальностью задачи, а также ее реализацией на ЭВМ. Выясняется физический смысл полученных решений и дается сопоставление результатов решения задачи фазового и амплитудного синтеза решетки.

*Ю. П. Виниченко, Л. Н. Захарьев, Е. А. Голубцов, А. А. Леманский, А. Е. Туманская*

### ВОПРОСЫ «СОГЛАСОВАНИЯ» РЕШЕТКИ С ВНЕШНИМ ПРОСТРАНСТВОМ

При работе решетки на прием или передачу возникают отражения электромагнитных волн от границы раздела решетка — внешнее пространство. Эти отражения ведут к энергетическим потерям, могут ухудшить развязку между приемным и передающим каналами решетки, нарушить фазировку решетки. Поэтому возникает необходимость исследования задачи согласования решетки с внешним пространством. Чтобы решить задачу согласования решетки безотносительно к режиму работы, следует установить соотношения между характеристиками решетки при работе на прием и передачу в условиях, когда в пространстве над решеткой могут существовать дифракционные волны, а в каналах элементов наряду с основными могут распространяться и высшие типы волн. Эти соотношения установлены с помощью теоремы взаимности и общих выражений для полей над решеткой и в каналах ее элементов. Если в каналах элементов распространяется



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

только основной тип колебаний, а над решеткой — только зеркально отраженная волна, задача согласования решетки с пространством эквивалентна задаче минимизации коэффициента отражения от решетки, работающей в приемном режиме. В общем случае, решая задачу согласования, можно заменить решетку некоторой эквивалентной средой, имеющей тот же коэффициент отражения, что и решетка. Параметры этой среды можно определить в каждом конкретном случае, зная из эксперимента или расчета комплексный коэффициент отражения от решетки. В качестве устройств, согласующих решетку с внешним пространством, рассматриваются плоскослоистая структура и периодическая структура, состоящая из пассивных элементов. Задача сводится к нахождению параметров согласующих устройств, при которых коэффициент отражения от решетки с согласующей структурой минимален в заданном секторе углов. Для решения указанной задачи проводится минимизация функционала, зависящего от параметров эквивалентной среды, параметров согласующих устройств, ширины рабочего сектора углов. В ряде частных случаев удается получить аналитические выражения, позволяющие определить параметры согласующих устройств. В общем случае задача оптимизации функционала решается на ЭВМ.

В качестве иллюстрации полученных соотношений приводится решение задачи согласования решетки плоских волноводов с внешним пространством с помощью набора плоских диэлектрических слоев. Наряду с решением указанной задачи приводятся результаты решения задачи согласования решетки плоских волноводов с помощью выступающих диэлектрических пластин.

*Ю. П. Виниченко, Л. Н. Захарьев, В. А. Казарьян, А. А. Леманский, М. Б. Митяшев*

## О ВЛИЯНИИ ПРЕПЯТСТВИЯ, НАХОДЯЩЕГОСЯ В ПОЛЕ РАСКРЫВА АНТЕННЫ

Если перед раскрывом находится препятствие, то возникают искажения диаграммы направленности антенны, зависящие от формы, размеров и свойств материала препятствия, его положения относительно раскрыва, размеров раскрыва антенны и характеристик распределения поля в нем. На практике для оценки влияния препятствия на диаграмму направленности антенны часто пользуются приближенным приемом, считая в соответствии с представлениями геометрической оптики, что препятствие создает полное или частичное затенение соответствующего участка раскрыва в зависимости от того, является препятствие непрозрачным или прозрачным для электромагнитных волн.

Поскольку обычно в реальных конструкциях антенн препятствия, находящиеся перед раскрывом, имеют размеры, сравнимые с длиной волны, результаты оценок, основанных на представлениях геометрической оптики, нередко нуждаются в уточнении. В связи с этим в докладе проводится точная оценка влияния препятствия на характеристики антенны.

Анализ базируется на применении теоремы взаимности в сочетании с решениями задач дифракции на препятствиях различного вида. Предполагается, что распределение поля в раскрыве антенны известно. С помощью полученных строгих соотношений рассчитаны характеристики антенны, раскрыв которой затеняется препятствиями простейшего вида (круговой цилиндр, полоса). Поскольку точные формулы сложны для практических оценок, проведено их упрощение с помощью метода стационарной фазы.

Полученные упрощенные формулы справедливы для антенн, размеры раскрывов которых существенно больше длины волны и препятствий любой формы, имеющих размеры, сравнимые с длиной волны. Упрощенные формулы имеют простой вид и могут быть легко истолкованы с физической точки зрения. Из этих формул, в частности, следует, что искажения нормированной диаграммы направленности антенны, обусловлены действием препятствия, обратно пропорциональны квадрату электрической длины раскрыва, пропорциональны двухпозиционному коэффициенту рассеяния препятствия и значению амплитуды поля на участке раскрыва антенны, затеняемом препятствием.

Зависимость искажений диаграммы направленности от положения препятствия относительно раскрыва и угла отклонения луча антенны описывается функцией, не зависящей от свойств препятствия.

Проведено сравнение характеристик антенны, рассчитанных по точным и упрощенным асимптотическим формулам, а также по приближенным соотношениям, базирующимся на представлениях геометрической оптики. Дан подробный анализ искажений диаграммы направленности в зависимости от формы препятствия, его положения и ориентации относительно раскрыва, свойств материала препятствия (рассмотрены







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

металлические, диэлектрические и «черные» препятствия). Результаты теоретической оценки сопоставлены с экспериментальными данными.

*Л. П. Яцук, В. А. Катрич, А. В. Жиронкина*

**РАСЧЕТ ОДНОМЕРНОЙ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ КРУГОВОЙ И ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ**

Проведено обобщение метода последовательных приближений, разработанного В. Н. Смирновым, для расчета амплитудно-фазового распределения одномерной волноводно-щелевой решетки линейной поляризации на случай линейной системы с крестообразными (Х-образными) щелями, прорезанными в широкой стенке волновода. Получены формулы, позволяющие рассчитать напряжения на щелях одномерной антенной решетки с Х-образными щелями, расположенными на любом электрическом расстоянии друг от друга. При этом учитывается внутреннее и внешнее взаимодействие между Х-образными щелями и внутреннее взаимное влияние между щелями, входящими в состав Х-образной щели.

По полученным формулам проведены расчеты антенных систем с Х-образными щелями различной длины, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном длине волны в волноводе, на базе гладкого волновода и волновода с «гребенкой» с различным коэффициентом замедления.

Показано, что внешняя взаимная связь между элементами волноводно-щелевой антенной решетки приводит к изменению ее параметров, рассчитанных без учета взаимной связи.

Учет внутреннего взаимного влияния между плечами Х-образной щели приводит к дополнительным более значительным изменениям свойств антенны. Полученные результаты позволяют рассчитывать одномерные волноводно-щелевые антенные решетки с заданным амплитудно-фазовым распределением.

*Л. П. Яцук, А. В. Жиронкина, В. А. Катрич*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРТОГОНАЛЬНОЙ НАКЛОННОЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ ЩЕЛИ С УЧЕТОМ ВЗАИМНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ЕЕ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Исследуются поляризационные и энергетические параметры ортогональной симметричной наклонной щели, прорезанной в широкой стенке прямоугольного волновода, с учетом внутренней взаимной связи щелей, образующих *Х*-образную щель. Методом Галеркина найдено поле, возбужденное наклонной щелью в области ее расположения. Получены выражения для внутренних собственной и взаимной проводимостей *Х*-образной щели. Выведены с учетом взаимной проводимости формулы для расчета коэффициента эллиптичности, а также коэффициентов отражения, прохождения и излучения.

По полученным формулам приведены расчеты активной и реактивной частей внутренней проводимости, коэффициента эллиптичности и энергетических параметров в диапазоне частот для ряда длин щелей и разных смещений их центров относительно оси волновода. Показано, что коэффициент эллиптичности в области длин волн, где щель резонансная, под действием взаимной связи плечей значительно понижается. По мере увеличения длины щели максимум коэффициента эллиптичности сдвигается в сторону более длинных волн, в то время как без учета взаимного влияния коэффициент излучаемого щелью поля почти не зависит от длины щели.

Полученные результаты позволяют найти оптимальное положение *Х*-образной щели относительно оси широкой стенки волновода. Из расчета следует, что взаимная связь между элементами целей мало влияет на коэффициент излучения, но значительно сказывается на коэффициентах отражения и прохождения поля.

Все расчетные данные подтверждаются экспериментами.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

# СОДЕРЖАНИЕ

*Секция электроники*


Ю. А. Калинин, А. М. Кац
Сопоставление теоретических и экспериментальных результатов исследований ЛБВ О-типа . . . . . 3

Ю. А. Калинин, А. М. Кац, Б. В. Песин
Исследование особенностей работы ЛБВО при больших параметрах несинхронности . . . . . 3

Ю. А. Калинин, А. Ф. Панин
Особенности формирования электронного пучка в пролетном канале ЛБВО в динамическом режиме . . . . . 4

Г. Ф. Филимонов
О выборе критериев правильности при выводе «рабочих» уравнений нелинейной теории приборов типа О . . . . . 4

Л. Н. Лошаков, Н. П. Кравченко, Ю. Н. Пчельников
Дисперсионное уравнение для спирали в сложном поперечно-неоднородном экране . . . . . 5

Н. П. Кравченко, Л. Н. Лошаков, Ю. Н. Пчельников
Расчет дисперсии электромагнитной волны в спирали при наличии продольных металлических полосок . . . . . 6

Ю. Н. Пчельников, Л. Н. Лошаков, Н. П. Кравченко, Ю. Г. Кристев
Экспериментальное исследование влияния продольно-проводящих элементов на полосу усиления ЛБВ . . . . . 7

В. А. Солнцев, Г. В. Трофимова
Численный анализ электронных волн в спирали . . . . 7

А. В. Зенькович
Новый метод определения динамической амплитудно-фазовой характеристики ЛБВ . . . . . 8

Н. М. Советов, Г. Т. Казаков, Н. И. Казакова, В. А. Неганов, Ю. М. Рубченко
Опыт создания и эксплуатации электрической модели лампы с бегущей волной . . . . . 9

И. А. Манькин, Ю. Ф. Конторин
Влияние низкочастотной модуляции границ пучка и плотности тока на спектр выходного сигнала ЛБВ . . . . . 9

А. И. Штыров
Метод характеристической функции в многоскоростной теории электронных приборов СВЧ . . . . . 10

В. С. Анищенко, И. П. Соколов, А. И. Штыров
Анализ коэффициента шума ЛБВ в гидродинамическом приближении . . . . . 10





И. И. Тержов, А. Ф. Голубенцев
Минимальный коэффициент шума многолучевого усилителя СВЧ на встречных потоках . . . . . 11

В. А. Гребенчук, Л. А. Поспелов, В. Ф. Процай
Синхронизация ЛОВ модулированным потоком . . . . 12

В. И. Малышенко, В. А. Солнцев
Нелинейный анализ многочастотных режимов работы ЛБВ при близких частотах . . . . . 12

Е. И. Васильев, В. И. Канавец, В. М. Лопухин
Потенциальная энергия электронных сгустков и электронный к. п. д. выходных устройств приборов с электронным пучком 13

Л. М. Борисов, Е. В. Жарый, Д. М. Петров, Г. А. Самородова
Сопоставление теоретических и экспериментальных результатов для телевизионного клистрона в оптимальном режиме 14

А. И. Карнаух, В. А. Карнаух, С. Я. Нетребко, Д. М. Петров
Оптимизация параметров усилительного клистрона (с магнитной фокусировкой) в полосе частот . . . . . 14

Б. С. Дмитриев, Ю. Д. Жарков, Э. А. Умеров
О возможности оптимизации параметров многорезонаторного клистрона с помощью электронного зонда . . . . . 15

С. В. Галактионов, Н. С. Осипова, Д. М. Петров, В. Г. Рассадин, В. П. Яковлева
К синтезу оптимально сгруппированных электронов в многорезонаторном клистроне . . . . . 16

Л. Ф. Белякова, Г. Ф. Филимонов, Э. Н. Цыганов
Расчет пролетных клистронов по нелинейной теории методом самосогласованного поля . . . . . 16

В. С. Андрушкевич, В. А. Вырский, Ю. Г. Гамаюнов
Характеристики распределенного резонатора, нагруженного электронным пучком . . . . . 17

В. С. Андрушкевич, Ю. Г. Гамаюнов, Т. В. Киселева, А. И. Тореев
Предварительные результаты расчета амплитудных и частотных характеристик клистронов с распределенным взаимодействием . . . . . 17

В. Д. Ерёмка
Умножительный твистрон субмиллиметрового диапазона . . 18

Г. С. Самохин, Р. А. Силин
Исследование высших полос пропускания гребенки с помощью ЭВМ . . . . . 18

И. М. Блейвас, М. И. Захаров
Анализ и расчет потенциальных электрических и магнитных полей методом интерполирования . . . . . 19

В. А. Белоусов, В. В. Буланова, Г. П. Егоров, М. И. Лопин, Я. И. Местечкин, М. В. Мордовичева, А. В. Мышлецов, Л. А. Шерель
Исследование рассчитанной на ЭВМ электронно-оптической системы, формирующей тонкий цилиндрический электронный поток . . . . . 20

Б. С. Гришин, Г. П. Егоров, В. А. Лапин, Я. И. Местечкин, М. В. Мордовичева, А. В. Мышлецов, Ю. С. Тюрдеев
Экспериментальное исследование структуры электронного потока в периодическом магнитном поле . . . . . 20




Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

А. М. Бригидин, Ю. Н. Васильев, В. И. Капышев, А. М. Лебедев, М. И. Минаев
Одновременное усиление сигналов двух частот в приборах СВЧ типа О и М . . . . . 21
Б. Л. Ушерович, Л. М. Лагранский, Н. Г. Семеновский
Применение метода Фурье для анализа пространственного заряда в лучевых приборах М-типа . . . . . 22
Б. Л. Ушерович
Приближенная теория магнетрона, перестраиваемого напряжением (митрона) . . . . . 23
Л. М. Лагранский, Н. Г. Семеновский, В. К. Семенов
Теоретическое исследование работы ЛБВМ с разрывом замедляющей системы . . . . . 23
Е. П. Бочаров, Д. И. Трубецков
Теоретическое исследование некоторых модификаций лучевых приборов магнетронного типа с криволинейными электронными потоками . . . . . 23
Ю. И. Левин, Д. И. Трубецков
Линейная теория лучевых приборов магнетронного типа с неоднородным в поперечном направлении магнитным полем 24
Ю. И. Левин, Д. И. Трубецков
Теория ЛБВМ с неоднородным в поперечном направлении магнитным полем в режиме больших сигналов . . . . 25
А. Г. Шейн, В. В. Старостенко, А. В. Сова
Исследование влияния неоднородности полей на характеристики ЛБВМ . . . . . 25
Г. А. Алексеев, Л. А. Поспелов
К нелинейной аналитической теории ЛБВМ и ЛОВМ . . . 26
С. Н. Ильин, Г. Л. Соболев, Л. П. Родина
Режим биений в магнетроне, перестраиваемом напряжением, синхронизированном малым внешним сигналом . . . 26
Г. А. Алексеев
Исследование двухчастотного режима магнетронного генератора (плоская модель) . . . . . 26
Г. Я. Левин, В. И. Вигдорчик, В. Д. Сахацкий
О максимальном анодном токе магнетронов поверхностной волны . . . . . 27

*Секция применения радиоэлектроники в биологии и медицине*

И. Т. Акулиничев
Этапы комплексного технического оснащения многопрофильных больниц и поликлиник . . . . . 28
Р. С. Дадашев
Создание специальных образцовых средств в области биомедицинских измерений . . . . . 29
А. Р. Ливенсон
Электромедицинская аппаратура и проблемы электробезопасности . . . . . 31
В. П. Гундаров
Создание специализированной вычислительной техники для анализа биоэлектрических процессов . . . . . 32
В. И. Ваганов, К. М. Пономарев, И. Г. Кугушев
Проблемы комплексной миниатюризации медицинской электронной аппаратуры . . . . . 33
Ю. Б. Мандельцвайг
Твердотельные комбинированные приемники ионизирующего излучения . . . . . 34
А. А. Чевненко
Некоторые вопросы применения ультразвука в медицине с целью диагностики . . . . . 35
Ю. Н. Огурцов, Г. Г. Андрианова, А. И. Коробков
Экспериментальная аппаратура для электролечения и электростимуляции . . . . . 36
И. Г. Кугушев
Физико-технические обоснования и перспективы применения линейных интегральных и гибридных микросхем в узлах медицинской электронной аппаратуры (ЭМА) . . . . . 38
А. П. Кочепасов
Особенности диагностической информационно-измерительной системы для регистрации биомеханических величин . . . 39
В. А. Рузин
Система непосредственной регистрации биоэлектрической активности мозга и сердца человека при электроанестезии . . 40
В. А. Исайкин, И. Г. Кугушев
Активные *RC*-фильтры в узлах медицинской электронной аппаратуры . . . . . 41
Ю. Н. Швецов
Применение аналоговых вычислительных устройств при физико-химических исследованиях динамических параметров тканевого дыхания . . . . . 42
А. Б. Кампов
Влияние изменения параметров биологического объекта на помехоустойчивость информационно-измерительного тракта при регистрации биоэлектрической активности . . . . . 43
Р. З. Амиров, Л. Ш. Бочарова, И. Н. Минаева
Интегральная топограмма потенциалов сердца . . . . 45
А. М. Жданов
Автоматическая обработка биопотенциалов сердца . . . 46

*Секция бионики и инженерной психологии*

А. И. Прохоров
Обоснование элементов логической структуры инженерной психологии на упорядочивающей стадии . . . . . 48
Е. М. Хохлов
Специальная теория решений инженерно-психологических проблем как задач с предельными неопределенностями . . 52
А. И. Прохоров, Е. М. Хохлов
Оценка человеческих факторов в схеме инженерно-психологического проектирования как процесс принятия решений 55
А. И. Прохоров, А. У. Митин, Е. М. Хохлов
Элементы и возможная структура общей теории эффективности и надежности СЧМ . . . . . 59
М. В. Фрейдина
Факторы, влияющие на эффективность деятельности человека-оператора . . . . . 63
О. Б. Аксенов, Е. М. Хохлов
Принцип групповой развертки как обобщенный принцип оптимизации СЧМ . . . . . 65





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В. Г. Денисов, А. В. Скрипец
Оценка эргатических систем и относительная напряженность оператора . . . . . 66
В. Вилюнас, О. В. Овчинникова
Некоторые теоретические вопросы изучения стресса . . . 67
М. А. Матова
О надежности работы человека-оператора при одновременном выполнении двух видов деятельности . . . . . 69
В. Н. Оксень
К проблеме прогнозирования надежности систем «человек — машина» . . . . . 70
Н. И. Наенко
Влияние разных видов психической напряженности на эффективность деятельности . . . . . 70
М. А. Заика
К проблеме помехоустойчивости пилота (оператора) на словесные сигналы . . . . . 71
Р. В. Беледа
Возможность прогнозирования устойчивости человека-оператора к воздействию стрессовых факторов . . . . . 72
К. К. Иоселиани, М. Н. Андерсон
Опыт использования регистрации некоторых физиологических параметров для оценки психической деятельности операторов 74
А. М. Зальцман
Диагнозирование состояния объекта по динамике контролируемого параметра . . . . . 76
И. И. Кондратьева
Проявление «закона силы» в зависимости от особенностей самопрограммирования деятельности . . . . . 77
С. Р. Раскатова
Оперативный контроль за характером вестибуло-вегетативных реакций при вестибулометрии у некоторых лиц операторской деятельности . . . . . 79
И. Е. Цибулевский
Принцип регулирования зрительно-двигательной реакции человека . . . . . 81
И. Е. Шамрина, Ю. А. Макаров
Некоторые вопросы восприятия оператора . . . . . 82
И. Е. Шамрина
Влияние предварительного инструктажа на осмысливание промышленных знаков безопасности . . . . . 83
В. С. Черкес
Выбор критерия аппроксимации времени обслуживания теоретическим законом распределения . . . . . 84
С. Я. Кузнецов
Сущность, особенности и назначение архитектурной психологии . . . . . 86
Э. В. Петросянц, О. К. Бульбенкова
Динамика основных перцептивных процессов в связи с состоянием работоспособности горнорабочего . . . . . 87

*Секция антенных устройств*

В. В. Бодров
Анализ методов исследования тонкой вибраторной антенны 89
Е. Н. Васильев
Антенны на телах вращения . . . . . 90
Н. С. Орлова
Метод расчета антенн, расположенных вблизи выпуклых тел больших электрических размеров . . . . . 91
А. Ф. Чаплин
Синтез импедансных структур и отражательных антенных решеток . . . . . 92
В. Ф. Андреев
Анализ периодических систем, состоящих из элементов продольного типа . . . . . 93
В. И. Вольман
Решение внутренних и внешних задач электродинамики путем сведения к эквивалентной статической задаче . . . 95
М. М. Железняк, В. Н. Калачев, В. А. Кашин
Статистический дискретно-фазовый синтез антенных решеток 96
И. П. Киселева, Л. В. Корси, И. В. Смирнова, В. Г. Соколов, А. В. Янин
Некоторые результаты решения задачи фазового синтеза системы дискретных излучателей . . . . . 97
Ю. П. Виниченко, Л. Н. Захарьев, Е. А. Голубцов, А. А. Леманский, А. Е. Туманская
Вопросы «согласования» решетки с внешним пространством 97
Ю. П. Виниченко, Л. Н. Захарьев, В. А. Казарьян, А. А. Леманский, М. Б. Митяшев
О влиянии препятствия, находящегося в поле раскрыва антенны . . . . . 98
Л. П. Яцук, В. А. Катрич, А. В. Жиронкина
Расчет одномерной волноводно-щелевой антенной решетки круговой и эллиптической поляризации с учетом взаимного влияния излучателей . . . . . 100
Л. П. Яцук, А. В. Жиронкина, В. А. Катрич
Исследование поляризационных и энергетических параметров ортогональной наклонной крестообразной щели с учетом взаимной связи между ее элементами . . . . . 101



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Сдано в набор 6/IV — 1972 г. Подписано к печати 4/IV — 1972 г.
Т-01597 Объем 6,75 п. л. Заказ 1183 Тираж 700 экз.

Типография изд-ва «Советское радио»

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

БЕСПЛАТНО

НАУЧНО-ТЕХ
ЭЛЕКТРОІ

UNCLASSIFIED

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МОСКВА — 1972 г.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

UNCLASSIFIED

ИМЕНИ А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ
ИМЕНИ А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ СЛЕДУЮЩИХ СЕКЦИЙ:
**электронно-вычислительной техники, микроэлектроники, квантовой электроники и голографии, распространения радиоволн**

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*А. Я. Савельев*

### ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Рассматривая процесс обучения в структурном, функциональном и информационном аспектах, обучающую систему можно определить как особый вид управляющей системы, в которой объектом управления является студент, а само управление познавательной деятельностью осуществляется преподавателем посредством использования некоторых воздействий, заложенных в ЭВМ.

При таком подходе выделяются следующие направления использования ЭВМ в обучающих системах:

— применение ЭВМ непосредственно для обучения,
— применение ЭВМ для исследования учебного процесса,
— планирование учебного процесса с помощью ЭВМ,
— применение ЭВМ в организации и управлении учебным процессом.

Поскольку для того, чтобы управлять процессом обучения, прежде всего необходимо математически описать зависимость некоторых показателей процесса обучения (уровень знаний, качество и т. п.) с параметрами, характеризующими учебную информацию (схема размещения, количество разъяснений и т. п.), то рассмотрены вопросы формального описания содержания учебных дисциплин и оценки качества усвоения знаний. При этом управление процессом обучения описывается некоторой траекторией на графе учебной информации, а при оптимальном управлении на указанной траектории достигается максимальное значение выбранного критерия, имеющего смысл скорости приращения «знаний» студента.

Эффективность обучающей системы во многом определяется возможностями устройств взаимодействия студента с ЭВМ. Под устройствами взаимодействия понимается комплекс аппаратуры и средств математического обеспечения, посредством которых осуществляется обмен информацией между студентом и машиной.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Затраты времени на обучение с помощью ЭВМ состоят из затрат времени на изучение учебной информации, решение задачи и подготовку ответа, а также затрат на ввод ответа и ожидание выдачи рекомендаций на дальнейшее обучение. На основании обработки результатов экспериментальных занятий показано, что хотя затраты на ввод ответа и ожидание рекомендаций по абсолютному значению невелики, тем не менее они играют существенную роль в обучении, так как являются непроизводительными затратами.

Для количественной оценки устройств ввода (клавишных) принята величина времени ввода ответа с учетом вероятности появления ошибки при наборе символа. Предлагается методика экспериментального определения этой величины.

На основании анализа входной информации формулируются требования, которые необходимо предъявить к входному языку, что послужило основой для разработки языка «Автор», позволяющего записывать учебную информацию в ЭВМ, представлять ее студенту в виде текстов, формулировать ему вопросы и воспринимать его ответы.

Используемый при этом обучающий алгоритм решает следующие задачи:

— выбирает оптимальную в смысле заданного критерия последовательность изучения порций учебной информации,

— оценивает правильность решения контрольных задач,

— собирает и обрабатывает статистические данные, характеризующие способность студента и порции учебной информации,

— оценивает ожидаемые значения параметров, характеризующих эффективность обучения.

Необходимость одновременного обслуживания большого числа студентов заставляет организовать работу обучающей системы в режиме с разделением времени. Характерное для такого режима ожидание обслуживания весьма существенно влияет на процесс обучения.

Проведенный анализ вариантов различных структур и дисциплин обслуживания показал, что в большинстве случаев эффективней многомашинный вариант. Определены области целесообразного применения той или иной дисциплины обслуживания.

*В. Е. Алексеев*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЦВМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Использование ЭЦВМ для исследования процесса обучения может проводиться в следующих двух основных направлениях:



1. Сбор и обработка информации о ходе вычислительного процесса с целью выявления тех или иных его закономерностей и получения практических рекомендаций. Например, оценка качества учебных пособий, эффективности обучения, эффективности использования различных технических средств в процессе обучения и т. д.

В этом случае ЭЦВМ используется лишь в качестве вычислительного инструмента, а практические рекомендации выдает человек.

2. Моделирование процесса обучения и работы различных устройств. В этом случае строятся цифровые модели, описывающие работу объекта исследования. С помощью моделирования, например, могут быть исследованы различные модели, описывающие процесс обучения, эффективность алгоритма обучения, работоспособность и эффективность использования обучающей системы, определены основные характеристики технических средств, используемых в процессе обучения, и т. д.

В докладе приводятся примеры использования ЭЦВМ для исследования процесса обучения, дается постановка задачи, описывается метод исследования и полученные результаты.

*В. И. Бабий*

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РУКОПИСНОГО ВВОДА В ЭВМ ПРИ ПРОГРАММИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ

При программированном обучении с использованием комплекса на базе электронной вычислительной машины (ЭВМ) весьма часто необходим язык с большим количеством символов. Поэтому для этих целей создают специальные пульты с большим количеством клавиш символов. Время поиска необходимых клавиш при вводе данных в таком случае может быть значительным. Между тем ввод данных в ЭЦВМ в режиме обучения имеет свои особенности, учет которых позволяет упростить устройство ввода и сократить время ввода данных.

Так, при обучении ввод данных желательно осуществлять посимвольно с низкой скоростью ввода, возможен и даже желателен оперативный контроль. В таких условиях рукописный ввод данных в ЭЦВМ может быть осуществлен относительно простыми средствами.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В работе рассматривается способ рукописного ввода данных в ЭВМ с использованием специального трафарета, ограничивающего поле изображения.

При незначительной стилизации алфавита применение трафарета позволяет существенно уменьшить количество элементов поля изображения и сократить алгоритм распознавания символов ЭВМ. Так, для написания букв русского и латинского алфавита, цифр и математических знаков подобрана форма трафарета, при которой требуется всего 16 датчиков на поле изображения.

При этом способе записи алгоритм распознавания символов ЭВМ может быть сведен к операции последовательного сравнения кода введенного символа с кодами «обязательных единиц» и «обязательных нулей» алфавитного словаря.

Необходимые навыки написания символов по трафарету легко приобретаются при работе на обучающем комплексе.

*В. А. Бабицкий, Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. Н. Новиков, А. В. Орлов*

### ОБ ОДНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ ЭВМ «МИНСК-2»

В БГУ им. В. И. Ленина разработана и внедряется в учебный процесс многопультовая вычислительная и обучающая система на базе ЭВМ «Минск-2». В качестве терминалов используются телетайпы СТА-2М или РТА-60. Реализованные системные программы позволяют обеспечить гибкую связь обучаемого с машиной. Набор системных программ обучающей системы обеспечивает нормальное функционирование системы, сбор статистических данных (коэффициента усвоения, временных показателей таймера и др.). Обучающая система использовалась для обучения алгоритмическому языку Автокод «Инженер». В первоначальных вариантах программ анализ ответов проводился с использованием эталонов. К настоящему времени разработан блок синтаксического контроля, основанный на представлении синтаксиса языка в виде таблиц переходов конечного автомата.

*Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. В. Новиков, А. В. Орлов, О. М. Тихоненко*

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА»

В БГУ им. В. И. Ленина при изучении курса «Математическая логика» по разделу «Алгебра высказываний» проводятся практические занятия по темам:



1. Логические операции.
2. Равносильность формул.
3. Проблема разрешимости.
4. Представления булевых функций формулами.
5. Функциональная полнота системы булевых функций.
6. Минимизация всюду определенных булевых функций.
7. Минимизация частичных функций.

При этом роль репетитора и экзаменатора (по письменным заданиям) может выполнять ЭВМ. Для этого разработана (по пп. 1, 2, 4, 5) и продолжает разрабатываться система программ, позволяющих контролировать (с элементами обучения) правильность свободно конструируемых ответов обучаемых. Конкретные задачи, которые ЭВМ задает обучаемому, генерируются с помощью датчика случайных чисел.

*В. И. Карпов*

### ОБ ОПЫТЕ СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВУЗОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЦВМ

Задача составления учебных планов вузов рассматривается в следующей постановке. Известен перечень учебных дисциплин. Каждая учебная дисциплина состоит из некоторых разделов. На изучение каждого раздела отводится заданное число часов занятий. Для любых двух разделов установлен факт использования сведений из одного раздела в другом и установлено некоторое число, отражающее важность этой связи. Требуется определить календарные времена начала и окончания изучения каждого раздела при единице календарного времени в одну учебную неделю. Указанные календарные времена полностью определяют план в рассматриваемой постановке.

Под допустимым учебным планом в работе подразумевается учебный план, удовлетворяющий следующим ограничениям: обучение в вузе должно быть закончено в заданный срок; учебная нагрузка на каждой учебной неделе не должна превышать ресурса времени студента; число учебных дисциплин в каждом семестре не должно превышать заданного; любой раздел учебной дисциплины должен изучаться в каком-нибудь одном семестре; число часов, отводимых на изучение любой учебной дисциплины в течение любой учебной недели, должно быть постоянным внутри семестра и находиться в заданных границах; связи между всеми разделами



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

учебных дисциплин должны быть согласованы во времени; распределение учебных дисциплин по семестрам не должно превышать допустимую перегрузку кафедр по учебной работе в течение учебного года; учебные дисциплины, изучаемые более, чем в одном семестре, должны быть распределены по семестрам «непрерывно».

Под оптимальным учебным планом подразумевается допустимый учебный план, у которого минимальны суммарные временные разрывы между связанными по содержанию разделами учебных дисциплин.

Для решения поставленной задачи разработана система алгоритмов, позволяющая автоматизировать процесс составления учебных планов. Указанная система использовалась для отработки учебных планов машиностроительных и приборостроительных специальностей МВТУ им. Баумана.

*Ф. Е. Темников*

### РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛОЙ

В связи с разработкой автоматизированной системы управления высшей школой (АСУ ВШ) проводится большая работа по изучению и моделированию системы высшей школы. Найдены, в частности, новые языки описания, конструктивные оценки, изоморфные модели и структурные уравнения, обеспечивающие целостный (системный) подход к решению задачи создания АСУ.

Сложность этой задачи раскрылась в полной мере только при практическом ее решении. Признавая важную роль электронной вычислительной, коммутационной и отображающей техники, необходимо поднять всю сумму сложных организационных, социологических и психологических проблем. Вследствие этого модели удаляются от прежних примитивных форм и определяют новые требования к системе управления высшей школой.

В настоящем сообщении показываются некоторые новые подходы к моделированию, разрабатываемые в Проблемной лаборатории автоматизированных информационных систем высшей школы (ПЛ АИС ВШ) Московского энергетического института, в частности:

— центроморфные преобразования;
— иерархические кросс-, латер- и инверс-структуры;
— полярные графы;
— пирамидальные и конусные модели;



— графические, сигнатурные и диаграммные языки описания;
— модели оценок и решений.

*В. Н. Четвериков, Э. Н. Самохвалов*

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В ВУЗЕ С ПОМОЩЬЮ АСУ

Чтобы обоснованно оценивать деятельность учебных и научных подразделений вуза — ход учебного процесса по отдельным дисциплинам, группам, кафедрам, факультетам, выполнение научно-исследовательских работ на кафедрах вуза, необходимо накапливать, оперативно обрабатывать и хранить большой объем различной информации.

Для решения этих задач в МВТУ им. Баумана разрабатывается автоматизированная система управления, основой которой является информационный центр, оснащенный электронными вычислительными и счетно-информационными машинами, устройствами выдачи, размножения и отображения информации. Центр связан с учебными, кадровыми, научными, финансовыми, хозяйственными и другими подразделениями вуза.

В докладе рассматриваются общие вопросы проектирования АСУ в вузе: исследование существующей системы обработки информации, выбор технических средств, обоснование схемы автоматизированного документооборота, организация информационных массивов, а также практические результаты по созданию комплексов системы — учебного научного, финансового, хозяйственного, обработки научно-технической информации.

Одновременно с выдачей всех необходимых оперативных сводок разработаны алгоритмы анализа деятельности подразделений вуза и прогнозирования основных показателей.

Методами дисперсионного анализа проведено исследование влияния на результаты сдачи вступительных экзаменов абитуриентами и успеваемость студентов таких факторов, как пол, возраст, материальное положение и др.

Методами корреляционного анализа исследовалась связь оценок абитуриентов в аттестатах и на вступительных экзаменах, связь показателей текущей (семестровой) и экзаменационной успеваемости студентов, связь показателей, характеризующих НИР.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Стандартное математическое обеспечение ЦВМ включает системы символического кодирования, интерпретирующие системы экономического характера и систему автоматической обработки данных на базе языка КОБОЛ. Оно используется для разработки рабочего математического обеспечения АСУ с целью автоматизации программирования и ускорения создания и внедрения АСУ.

*В. П. Власов*

### СИСТЕМА ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ ВУЗОВСКИХ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Система программ предназначена для автоматизации составления семестровых вузовских расписаний с помощью ЭЦВМ. Система состоит из четырех основных взаимосвязанных программ и трех вспомогательных обслуживающих программ. Общий объем системы — около 4 тыс. команд. При эксплуатации системы все основные программы хранятся на магнитной ленте, и каждая программа, отработав, автоматически вызывает в МОЗУ следующую программу, считывая ее с магнитной ленты.

Составление расписания машиной осуществляется разработанным методом пошагового конструирования решения с использованием решающих правил, основанных на вычислении функций предпочтения. Согласно этим правилам, исходя из значений функций предпочтения, на каждом шаге из всего множества еще неназначенных учебных занятий выбирается наиболее предпочтительное для назначения учебное занятие, а само его назначение производится в наиболее предпочтительное время и учебном помещении. На каждом шаге в процессе построения решения осуществляется проверка выполнения ряда условий, необходимых для существования расписания, и в случае их нарушения автоматически производится анализ соответствующих ограничений, относящихся к нарушенному условию, и достигается восстановление его выполнения путем допустимого ослабления определенных ограничений.

Данная система прошла многократную апробацию на решении задач составления реальных вузовских расписаний. Получение семестрового расписания для вуза средних размеров занимает несколько часов машинного счета. Составленное расписание выводится из ЭЦВМ в форме, пригодной для непосредственного практического использования, и в заданном количестве экземпляров.



*И. Б. Моргунов*

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

1. Разработка модели планирования учебного процесса в ВУЗе.

Рассматриваются вопросы, связанные с возможностью формализации отдельных элементов учебного процесса (учебные планы, программы) и представления их составляющих в виде модели сетевого графика.

2. Анализ и исследование модели учебного процесса (планы, программы) с помощью ЭВМ.

Рассматриваются вопросы, связанные с разными преобразованиями графа, приведением его к каноническому виду.

3. Разработка и оптимизация количественных оценок учебного процесса.

Рассматриваются вопросы, связанные с экспертными количественными оценками профессорско-преподавательским составом ВУЗов и представителями промышленности и производства учебных программ, и обработка их на ЭВМ.

4. Возможные подходы к оптимальному составлению учебных планов с использованием ЭВМ.

Рассматриваются вопросы оптимального составления учебных планов и программ с предложением возможных критериев оптимизации и возможность осуществления этого процесса на ЭВМ.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

*А. В. Воробьев, А. В. Николаев, П. М. Шатахян*

### МАШИННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Приводятся результаты исследований и предложенные методы машинного проектирования интегральных схем. Исходными данными при проектировании являются требования к выходным параметрам схем, возможные схематические построения, модели активных и пассивных компонентов и технологические процессы. В итоге проектирования выбираются: оптимальная схема, набор фотошаблонов, технология и система тестов.

Серьезной проблемой в настоящее время является получение модели, связывающей выходные параметры активных компонентов с параметрами диффузионных слоев и топологии. В отсутствии такой модели в итоге проектирования получаются оптимальные параметры пассивных компонентов. Как правило, параметры активных компонентов не оптимизируются, что существенно ограничивает возможности машинного проектирования.

Особое внимание уделяется анализу технологических процессов и возможности их некоторой корректировки в процессе поиска оптимального решения.

Все проектирование разбито на две основные части. Первая часть — анализ схем. Вторая — оптимизация. Основные этапы проектирования, входящие в первую часть, следующие: составление математической модели интегральных схем, генерирование псевдослучайных чисел в соответствии с законами распределений параметров активных и пассивных компонентов, анализ схем и вычисление процента выхода. Для второй части характерно вычисление градиентов, вычисление параметров топологии активных и пассивных компонентов и оптимальных тестовых параметров.

Обсуждаются перспективы развития машинного проектирования, при котором возможны не только оптимизация, но и синтез схем.



*А. В. Николаев, С. Р. Калмыкова, М. А. Колесников*

### ВЫЧИСЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Поскольку в настоящее время создаются линейные интегральные схемы все возрастающей сложности, естественно встает вопрос, чтобы выбор оптимальных значений параметров компонентов схемы был полностью автоматизирован.

Так как при проектировании интегральных схем создание макетов затруднено, определение степени влияния изменения проектируемых параметров на внешние характеристики схемы является крайне необходимым. Особенно важно знание параметрической чувствительности при выборе параметров оптимизации.

В настоящее время в ряде зарубежных работ описывается эффективный метод расчета чувствительности, при использовании которого необходимо провести только два анализа схемы для определения чувствительности любой выходной функции схемы по всем параметрам независимо от числа проектируемых параметров.

Метод основан на использовании теоремы Теллегена к заданной цепи и ее топологическому эквиваленту — присоединенной цепи. Теорема Теллегена может быть записана в виде

$$\sum_{k=1}^{n} u_k \Phi_k = 0, \qquad \sum_{k=1}^{n} I_k \psi_k = 0, \tag{1}$$

где $u_k$ и $I_k$ — напряжения и токи $k$-й ветви заданной схемы, а $\psi$ и $\Phi_k$ — соответственно напряжения и токи топологического эквивалента схемы.

Если присоединенная схема построена, то компоненты чувствительности любой функции относительно всех типов ее отдельных элементов выражаются через напряжения и токи соответствующих ветвей, полученных в результате одного анализа заданной и присоединенной схемы. Например:

$$dH(j\omega)/dR = -I_k(j\omega)\,\Phi_k(j\omega),$$
$$dH(j\omega)/dC = -j\omega\,u_c(j\omega)\,\varphi_c(j\omega), \tag{2}$$

где $H(j\omega)$ — какая-либо функция схемы; $I_k(j\omega)$ — ток в резистивной ветви заданной схемы; $\Phi_k(j\omega)$ — ток в ветви присоединенной схемы, соответствующей резистивной ветви в заданной схеме; $u_c(j\omega)$ — напряжение емкостной ветви в за-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

данной схеме; $\psi_c(j\omega)$ — напряжение ветви присоединенной схемы, соответствующей емкостной ветви заданной схемы.

Так как компоненты чувствительности определяются только напряжениями и токами ветвей, а не величинами самих элементов, то можно вычислить чувствительности функции схемы для несуществующих элементов. Положительная чувствительность будет указывать на необходимость дополнения заданной цепи («вырастание» элемента). Таким образом, метод позволяет наряду с оптимизацией активных и пассивных элементов осуществлять синтез схем.

Метод определения чувствительности с использованием присоединенной схемы может быть эффективно применен для расчета градиентов при оптимизации схем итеративными методами, которые требуют определения составляющих градиента рабочей функции цепи относительно всех проектируемых параметров. При определении составляющих градиента необходимо проводить только два анализа схемы на каждом шаге оптимизации независимо от числа проектируемых компонентов.

*Е. И. Гальперин, Л. Э. Дегтярь, Л. М. Зафрина, З. И. Зеликовский, Л. И. Липкович, Э. С. Браилов*

### АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ НА *RC*-СТРУКТУРАХ ИЗ КОАКСИАЛЬНОГО МИКРОПРОВОДА

Основой для построения *RC*-структур является коаксиальный микропровод (КМП), представляющий собой литой микропровод в стеклянной изоляции с металлизированной поверхностью. Основными параметрами КМП являются погонное сопротивление и емкость $C$ между жилой и металлизированной поверхностью. У реальных КМП в зависимости от материала и диаметра жилы (1—20 *мкм*) (медь, манганин и т. д.) $r$ находится в пределах 200 *ом/м*—200 *ком/м*, $c$ в пределах (200—600) *пф/м*.

Длина отрезков КМП достигает 3—5 тыс. *м*. Отрезок КМП представляет собой длинную *RC*-линию и в зависимости от схемы включения может выполнять функцию пассивных фильтров нижних, верхних частот и режекторных. Активные фильтры образуются включением КМП-структур в цепь обратной связи усилителей. Основным преимуществом таких фильтров по сравнению с аналогичными на $R$ и $C$ элементах является их технологичность, связанная с возможностью изготовления КМП-структур с большой точностью, стабильностью и малыми габаритами в диапазоне низких и инфранизких частот вплоть до долей герца.

Малые диаметры обусловливают высокие значения сопротивления структур и требуют высокоомных нагрузок.

Достигнутые успехи в области полевых транзисторов и операционных усилителей, позволяют создать активные фильтры на основе КМП-структур с высокой стабильностью.

На основе трех операционных усилителей с высоким входным сопротивлением с отрицательной обратной связью, образованной КПМ-структурой, создана унифицированная схема высокостабильных третьоктавных активных фильтров на частоты от 1 до 10 000 *гц*.

В настоящее время ведутся работы в области синтеза различных типов активных фильтров на КМП-структурах.



*В. П. Стыцько, З. А. Аббясов*

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ НЧ ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ГИРАТОРОВ

Одним из перспективных методов реализации интегральных фильтров является построение аналогов *LC*-цепей с помощью гираторов и емкостей.

Предлагается следующая методика проектирования гибридных низкочастотных фильтров на основе гираторов.

1. Исходя из диапазона частот, для которого разрабатывается серия фильтров на основе одинаковых гираторов, а также из технологических ограничений по максимальным величинам емкостей, рассчитывается основной параметр — проводимость гирации.

2. Исходя из максимальной величины добротности индуктивности гиратора, необходимой для серии фильтров, рассчитываются величины входной и выходной проводимостей гиратора.

3. Выбираются типы полузвеньев, представляющие собой усилители постоянного тока, параллельно-встречное включение которых образует гиратор. Учитываются требования к собственным шумам гиратора, к температурной стабильности его параметров.

4. Производится электрический расчет элементов схем полузвеньев, исходя из вычисленных ранее $Y$-параметров гиратора. Предлагаются формулы для расчета параметров типовых полузвеньев.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

5. Исходя из выбранной ранее проводимости гирации и максимальной частоты диапазона для серии фильтров, определяется минимальная емкость. Эта емкость должна быть значительно больше критической величины, при которой происходит возбуждение гиратора. Предлагаются выражения, по которым рассчитываются постоянные времени крутизны каждого усилителя, обеспечивающие выполнение этого условия.

6. Рассчитывается температурная стабильность величины проводимости гирации и добротности. Предлагаются выражения, по которым элементы схемы выбираются таким образом, чтобы нестабильность проводимости гирации определялась только нестабильностью величин резисторов.

7. Для каждого типа фильтра, входящего в разрабатываемую серию, составляется схема *LC*-аналога. Индуктивности заменяются гираторами и рассчитываются величины емкостей.

Для узкополосных гираторных фильтров предлагается метод подключения нагрузки и источника сигнала, при котором сопротивления $R$ и $R_i$ не вносят затухания в контуры. Кроме того, при таком способе включения фильтр обладает усилением в полосе пропускания.

В заключение приводятся экспериментальные характеристики ФВЧ, ФНЧ узкополосных фильтров для частот от десятков герц до десятков килогерц.

*З. А. Аббясов, Е. И. Гальперин, В. П. Стыцько, Л. В. Шумейко*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ СВОЙСТВ ГИРАТОРНОГО КОНТУРА

Использование микроэлектронных аналогов *LC*-схем на основе гираторов в ряде случаев требует от них минимального уровня собственных шумов.

В работе рассмотрены источники шумов гираторов при включении его как эквивалентной индуктивности, так и эквивалентного *LC*-контура. Приведены результаты анализа и даны рекомендации по уменьшению уровня шумов гираторного контура.

Показано, что распределение спектральной плотности э. д. с. шумов эквивалентной индуктивности, построенной на основе гиратора, имеет тот же характер, как и для одиночного транзистора. При включении гиратора в схему, соответствующую *LC*-аналогу, эта зависимость имеет явно выраженный резонансный характер.



Приведены результаты измерения спектральной плотности шума макета гираторов в диапазоне частот от единиц герца до десятков килогерц.

*В. А. Ильин, П. Н. Димитраки, С. Н. Димитраки*

## МОСТОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ИМПУЛЬСОВ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ КАСКАДОМ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ

Широкое применение в последнее время получили генераторы с мостовыми времязадающими цепями, отличающиеся более высокой стабильностью и формирующими свойства по сравнению с их немостовыми аналогами.

Авторами разработан ряд схем таких генераторов с симметричным мостом, в диагонали которого в качестве нуль-органа используется дифференциальный каскад на интегральных микросхемах, выпускающихся серийно.

В работе приводятся результаты исследования мостовых генераторов, в которых в качестве нуль-органов в диагональ включались одиночный интегральный дифференциальный усилитель типа П2222 или термостабилизированный усилитель с эмиттерным повторителем типа 2УС354.

Важной особенностью такого класса схем является то, что в результате сочетания в одной схеме стабилизирующих свойств электрических мостов с принципом перезаряда конденсатора в прямом и обратном направлении нестабильность частоты импульсов не превышает десятых долей процента в диапазоне температур от —10 до 50° С. Для генераторов с симметричным мостом (параметры элементов противоположных плечей моста одинаковы) нестабильность частоты генерируемых импульсов не превышает сотых долей процента при изменении напряжения источника питания на $\pm 30\%$. Экспериментальное исследование показало, что схема работает достаточно устойчиво при изменении напряжения источника питания в диапазоне от 0,3 $U_н$ до 1,7 $U_н$ где $U_н$ — номинальное (рабочее) напряжение, которое определяется типом элементов нуль-органа.

Другой особенностью таких генераторов является независимость крутизны фронтов импульсов от длительности самих импульсов и, следовательно, от постоянных времени зарядных цепей. Для схем построенных на интегральных микроузлах, в качестве нуль-органа и коммутирующих ключей используются дифференциальные каскады с эмиттерными



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

повторителями (интегральные логические схемы с объединенными эмиттерами). Для создания генераторов импульсов с такими нуль-органами необходим *RC*-мост, в одну диагональ которого включены входы дифференциального каскада, а в другую — выходы эмиттерных повторителей. Конденсаторы *RC*-моста выбирались из конденсаторной сборки. Сопротивления в противоположных плечах выбирались дискретные различных типов и в том числе микропроволочные, отличающиеся высокой термостабильностью порядка $5 \cdot 10^{-5}$. Необходимым условием исключения влияния на частоту генерируемых импульсов нуль-органа является использование НО с высоким и термостабильным входным сопротивлением. Этому условию более точно удовлетворяют дифференциальные каскады на МОП-транзисторах, особенно с изолированным затвором, входное сопротивление которых увеличивается с с ростом температуры, т. е. не шунтирует *RC*-мост.

Для таких схем:

1. Получены аналитические выражения для напряжений на элементах моста в переходном режиме, для длительностей импульсов и периода их повторения.

2. Найдены выражения для оптимального выбора параметров по критерию максимальной стабильности частоты и амплитуды генерируемых импульсов.

3. Исследованы возможности создания генераторов линейно изменяющегося напряжения путем замены сопротивлений в плечах моста токостабилизирующими двухполюсниками.

4. Разработана методика инженерного расчета генераторов прямоугольных импульсов и линейно изменяющегося напряжения.

5. Проведены экспериментальные исследования этого класса схем в диапазоне температур от —10 до +50° С и при изменении напряжения питания в различных диапазонах: ±30%, ±60%.

Результаты расчета указанных схем удовлетворительно согласуются с экспериментом.

*В. Н. Дулин, М. В. Матосов*

### ВНУТРЕННИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕМНИЕВОГО ДИОДА

Излагаются результаты зондовых исследований распределений потенциала и поля в объеме кремниевых диффузионных диодов. С помощью этих результатов удалось представить вольтамперную характеристику диода рядом внутренних компонентов, в виде зависимостей падения потенциала в различных частях диода от тока.

Полученные данные удалось интерпретировать с помощью электростатической модели *p-n* перехода, первые представления о которой были изложены в работах Б. И. Давыдова и А. И. Губанова.



*В. П. Тарасов*

### ИНТЕГРИРУЕМЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ФИЛЬТР ВЫСОКОЙ ДОБРОТНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ

Рассматриваются вопросы интегральной реализации полосового избирательного фильтра сверхвысокой добротности и стабильности. На основании исследования структурных схем анализируется зависимость между добротностью и динамическим диапазоном фильтра, возникающая в случае интегрального изготовления такого устройства на единой подложке. Предлагаются принципиальные схемы на биполярных транзисторах основных узлов системы, приводятся результаты теоретического анализа схем и их экспериментального исследования. Предлагается гибридный вариант фильтра с двумя выносными конденсаторами, осуществляющими гальваническое разделение узлов в каналах устройства.

Приводятся результаты экспериментального испытания макета фильтра на 50 интегральных транзисторных парах с динамическим диапазоном 60 *дб* в области температур —50° С ÷ +100° С и добротностью свыше $10^6$ на частоте 100 *кгц*.

*А. А. Лебедев, В. И. Диденко, А. Г. Алексеенко*

### ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ КОМПАРАТОРЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Анализируются основные характеристики интегральных сравнивающих устройств-компараторов и показываются возможности создания компараторов на базе серийно выпускаемых широкополосных монолитных операционных усилителей (ОУ). Для ОУ типа 1УТ401 приводятся параметры и характеристики, полученные экспериментально, не имеющиеся в справочных листах изготовителя, но важные для



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

обеспечения работоспособности интегральных компараторов. Отмечается, что ряд параметров (входные токи, допустимый диапазон входных напряжений, дрейфовые показатели, коэффициент подавления синфазных сигналов и др.) не отвечают требованиям, предъявленным к современным компараторам и диктуют необходимость использования дополнительных цепей (в частности, интегральных матриц).

Предлагается схема чувствительного компаратора на базе ОУ типа 1УТ401 и интегральных матриц типа К1НТ591. Показываются схемотехнические пути улучшения характеристик компараторов, приводится расчет, проверенный экспериментально. Спроектированная схема имеет параметры, соответствующие современному уровню схемотехники монолитных ИС компараторов, выпускаемых рядом зарубежных фирм.

*М. А. Ожогин, В. М. Худыкина*

### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ КАСКАДЫ НА МОП-ТРАНЗИСТОРАХ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Дифференциальный каскад (ДК) является основой интегральных усилителей постоянного тока, прежде всего — операционных усилителей. Наибольшее развитие получили ДК на биполярных транзисторах. Однако наблюдается большой интерес к использованию в операционных усилителях (и усилителях постоянного тока вообще) транзисторов типа МДП (или МОП), по крайней мере во входных каскадах. Это объясняется огромным входным сопротивлением МДП-транзисторов, меньшими шумами при высоких сопротивлениях датчиков и некоторыми другими, в том числе технологическими факторами. Поэтому разработку и исследование ДК на МДП-транзисторах следует считать одним из перспективных направлений в области аналоговых интегральных схем.

В докладе рассматриваются принципиальные схемы, топология и параметры интегральных ДК, разработанных и изготовленных в проблемной лаборатории кафедры микроэлектроники МИФИ. Рассматриваемые ДК относятся к классу безрезисторных, т. е. МОП-транзисторы в них используются не только в качестве активных элементов, но и в качестве нагрузочных резисторов и в качестве токостабилизирующих элементов. Тем самым обеспечивается единство технологии при интегральном исполнении ДК. Первые, опытные экземпляры ДК имеют следующие параметры: входное сопротивление более $10^{13}$ *ом;* коэффициент усиления 7—8; коэффициент подавления синфазной составляющей 70—80 *дб;* разбаланс по входу 15—75 *мв;* температурный коэффициент разбаланса 40—70 *мкв*/°С. Напряжение питания составляет $\pm 20$ *в,* рабочий ток 0,1 *ма,* потребляемая мощность около 4 *мвт.*

Результаты теоретического анализа позволяют ожидать дальнейшего улучшения параметров. Опыт разработок позволяет также наметить технологические пути усовершенствования ДК на МОП-транзисторах.



*Е. М. Онищенко, В. С. Першенков*

### ИНТЕГРАЛЬНАЯ ТИРИСТОРНО-ТРАНЗИСТОРНАЯ СУБСИСТЕМА ПАМЯТИ

Разработка и исследование запоминающих ячеек на основе микромощных продольных тиристоров, проведенные за последние 3 года, показали возможность построения на их основе интегральных субсистем хранения дискретной информации с потребляемой мощностью менее 1 *мвт/бит* и временем выборки порядка 100 *нсек.* Анализ запоминающих схем на основе несимметричных и симметричных тиристорных триггеров показал, что последние обеспечивают лучшие технические показатели. Кроме того, технология симметричных тиристорных триггеров проще по сравнению с технологией несимметричных, так как снимаются жесткие ограничения, связанные со стабилизацией тока выключения тиристоров. Расчет и экспериментальные исследования разработанной тиристорной субсистемы памяти на 16 *бит* показали, что субсистема имеет время выборки менее 100 *нсек* при рассеиваемой мощности менее 0,5 *мвт/бит* (с учетом потребления в управляющих схемах). Субсистема полностью согласуется по входам и выходам со стандартными логическими интегральными схемами ТТЛ и ДТЛ типов. В докладе рассматриваются также вопросы организации оперативных запоминающих устройств на основе разработанных субсистем и перспективы усовершенствования последних.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ
## КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ГОЛОГРАФИИ

*В. К. Конюхов*

### ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ЛАЗЕРЫ

1. Введение. Общее представление о газодинамических лазерах (ГДЛ). Изобретение ГДЛ как результат развития молекулярных лазеров и, в частности, газоразрядных $CO_2$-лазеров за последние 6—8 лет.

2. Физические основы действия ГДЛ. Течение молекулярных газов через сверхзвуковое сопло. Явление запаздывания колебательных степеней свободы и явление «замораживания» населенности колебательных уровней молекул. Молекулярный механизм образования инверсии в газовой смеси углекислый газ — азот — вода, как частный случай общего принципа селективного заселения верхнего лазерного уровня. Действие оптического резонатора в составе ГДЛ, оптимизации его параметров.

3. Эксперименты с ГДЛ различных типов. Конструкции ГДЛ, описанные в отечественной и зарубежной литературе.

4. Заключение. Перспективы развития ГДЛ как нового направления в физике газовых лазеров.

*М. Н. Заргарьянц, Л. Н. Курбатов*

### СВЕТОДИОДЫ, ОДНОЭЛЕМЕНТНЫЕ И МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ИНЖЕКЦИОННЫЕ ЛАЗЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Рассматриваются принципы выбора светодиодов с оптимальными характеристиками для систем дальнометрирования и передачи информации. Показана связь между амплитудно- и фазо-частотными характеристиками и временем жизни излучательной и безызлучательной рекомбинации. Приводятся сравнительные характеристики дифференциального сопротивления по переменной составляющей питания и глубины модуляции излучения для диодов с разной структурой гомо- и гетеропереходов. Приводятся характеристики прибора типа ИП-3.

Рассмотрены характеристики одноэлементных не охлаждаемых инжекционных лазеров с гомо- и гетероструктурой GaAs—GaAlAs.

Рассмотрены характеристики малогабаритных инжекционных лазеров с блоком питания.

Существенное значение в достижении большой импульсной и средней мощности имеют многоэлементные лазеры. Поскольку наилучшие характеристики инжекционных лазеров с гомо- и гетеропереходами получены в случае активной области, изготовленной из арсенида галлия, то для согласования длины волны излучения с областью максимальной спектральной чувствительности фотоприемника необходимо охлаждение лазера. Приводятся примеры герметичных и надежных конструкций, охлаждаемых до температуры жидкого азота и термостабилизированных при комнатной температуре инжекционных лазеров, а также характеристики лазеров такой конструкции. Стабилизация температуры с помощью однокаскадной термоэлектрической батареи при мощности ее электрического питания 2—3 *вт* обеспечивает практическое постоянство всех входных и выходных характеристик инжекционного лазера в широком интервале окружающих температур, позволяет существенно повысить частоту повторения импульсов при сохранении высокой мощности излучения и повысить надежность прибора. В качестве примера рассматривается 4-элементный инжекционный лазер с мощностью излучения 25—30 *вт* при частоте повторения импульсов 6000 *гц*, длительности импульса 100 *нсек* и эффективной излучающей поверхности $0{,}1 \times 0{,}6$ *мм*$^2$.

Показано, что в случае кассетной сборки характеристики многоэлементных лазеров практически не ухудшаются по сравнению с одиночным.

Высокий к. п. д. многоэлементного лазера, до 10% при комнатной температуре, достигается путем снижения тока накачки. При этом срок его службы возрастает до тысяч часов.

Существенная гомогенизация пространственных характеристик достигается путем использования оптических элементов, в которых происходит замешивание излучения. Использование волоконной оптики позволяет создать инжекционный лазер, обладающий принципиально новыми характеристиками.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

диодом, включенным в цепь отрицательной обратной связи полупроводникового инжекционного лазера из арсенида галлия.

Исходя из этого, даны характеристики примененного в схеме лазера (дифференциальная крутизна равна 20 *вт/а*, инерционность меньше $10^{-10}$ *сек)* и фотодиода (диапазон рабочих частот 3 *Гец*, коэффициент умножения приблизительно равен 10).

Приводятся экспериментальные результаты, полученные в схеме с непосредственной связью лазер-фотодиод (длительность генерируемого импульса равна $10^{-9}$ *сек)* и в схеме с внешним зеркалом (длительность генерируемого импульса зависит от расстояния между лазером, зеркалом и фотодиодом).

Определяются возможные области применения приведенных схем.

*В. Ф. Купришов, Ю. Г. Турков, Ю. В. Андреев*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АВТОМОДУЛЯЦИИ ДОБРОТНОСТИ В ОКГ С НЕСТАБИЛЬНЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ**

Ранее был описан метод генерации гигантских импульсов в лазерах, не связанный с введением в резонатор дополнительных модулирующих устройств. В этом методе автомодуляция добротности осуществляется за счет нестабильных конфигураций резонатора.

Было высказано предположение, что автомодуляция добротности резонатора связана с изменением инверсной населенности в активной среде в процессе генерации, приводящем к увеличению добротности резонатора.

В настоящей работе приводятся расчеты и экспериментальные данные, подтверждающие возможность автомодуляции добротности резонатора рубинового ОКГ при изменении показателя преломления в поперечном сечении кристалла, связанном с изменением инверсной населенности.

Изменением в процессе генерации инверсной населенности в поперечном сечении активного элемента кроме генерации гигантских импульсов в нестабильных сферических резонаторах можно объяснить автогенерацию гигантских импульсов в ОКГ с разъюстированными резонаторами, а также сглаживание пичков в некоторых типах резонаторов.



*В. Ф. Купришов, Ю. В. Андреев*

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОКГ НА ИТТРИЕВО-АЛЮМИНИЕВОМ ГРАНАТЕ СО СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ МОЩНОСТЬЮ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Проведены экспериментальные исследования энергетических и временных характеристик излучения непрерывного ОКГ на иттриево-алюминиевом гранате.

Выяснено влияние различных факторов на нестабильность мощности излучения, в том числе установлена связь между нестабильностями мощности накачки и мощности излучения.

Исследовано влияние тепловой линзы в активном элементе на конфигурацию оптического резонатора и выходную мощность.

*В. Н. Шахгеданов, А. А. Шилко, М. В. Либерзон, Т. И. Бурашова*

**ИССЛЕДОВАНИЕ MnBi ПЛЕНОК И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ**

Для создания оперативных запоминающих устройств большой емкости представляется перспективным использование в качестве основной запоминающей среды MnBi пленок, нанесенных на подложки из слюды или стекла. С целью максимального использования больших потенциальных возможностей MnBi пленок в хранении информации с большой плотностью, запись ее производится в виде голограмм. Такой способ записи позволяет снизить требования к однородности MnBi пленок и обойтись существующими оптическими дефлекторами.

Эффективность голограмм, записанных на MnBi пленке, очень невелика, порядка 0,01%, что требует большой мощности при считывании информации.

В работе исследовались MnBi пленки, обладающие повышенной интенсивностью. Показано, что на лучших образцах может быть достигнут угол поворота плоскости поляризации до $\pm 10^{\circ}$ при прозрачности 0,8%, что соответствует эффективности 0,1%. Кроме того, экспериментально исследовалось тепловое перемагничивание MnBi пленок с целью определения пороговой мощности ОКГ для записи голограмм.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

3. Применение правильной фазовой решетки со сдвигающими фазу элементами, расположенными в шахматном порядке.

4. Применение случайной фазовой решетки, полученной, например, напылением прозрачного материала на подложку через несколько произвольных правильных решеток.

Все перечисленные методы примерно равноценны по эффективности. По литературным данным они дают возможность увеличить дифракционную эффективность голограммы диаметром 1—2 *мм* до 10—12% при отношении сигнал/шум примерно 10—20 *дб* в случае записи порядка $10^4$ единиц информации (бит) на одну голограмму. Однако у каждого из них есть свои недостатки, например: первый способ нуждается в качественной оптике, свободной от сферической аберрации, второй и третий способы требуют точной настройки (совмещения) фазовой и амплитудной масок, а кроме того, второй способ — подбора масок в каждом конкретном случае. У четвертого способа есть, пожалуй, один недостаток — сложность изготовления случайной фазовой маски.

Предлагается более простой способ изготовления фазовой случайной маски: ее получают отбеливанием фотопластины, на которой предварительно записано распределение интенсивности рассеянного диффузным объектом поля. Пространственный спектр световой волны, прошедшей через такую маску, как показывает расчет и эксперимент, ограничен и относительно равномерен. Варьированием геометрии съемки можно добиться оптимального вида спектра.

Были проведены эксперименты по записи $10^4$ *бит* на голограмму с эффективной площадью $S=0{,}5\div1$ *мм*$^2$. При оптимальных отношениях интенсивности сигнального и опорного лучей и диаметре опорного луча получены голограммы, имеющие дифракционную эффективность 18—21% при отношении сигнал/шум приблизительно 10 *дб*.

*Н. А. Костров*

## ГОЛОГРАММЫ НА ФОТОХРОМНЫХ МАТЕРИАЛАХ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЗАПИСИ

Доклад посвящен исследованию свойств голограмм на фотохромных материалах (ФХМ). Рассмотрено восстановление плоской волны с трехмерной голограммы при линейном и нелинейном режимах записи. Восстановление ведется под углом Брэгга. ФХМ предварительно затемняется УФ излучением, а при записи и восстановлении отбеливается лазерным лучом.

В работе теоретически исследовано распределение коэффициента поглощения по объему ФХМ при записи интерференции двух плоских волн в случае симметричного их падения. Для определения амплитуды восстановленной волны выведены и решены уравнения связанных волн с учетом нелинейности записи и неравномерного распределения поглощения по толщине ФХМ. Решение этих уравнений представляет собой суперпозицию двух плоских волн, удовлетворяющих условию Брэгга.

Полученное выражение для дифракционной эффективности имеет вид:

$$S^2 = e^{\frac{\varphi_0}{c}}\ \mathrm{sh}^2\left(\frac{\varphi_1}{2c}\right) = \frac{1}{2}\ e^{\frac{\varphi_0}{c}}\left(\mathrm{ch}\frac{\varphi_1}{c} - 1\right), \qquad (1)$$

где

$$\varphi_0(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^z\int_0^\pi x(K_{x1}z)\,d(K_x)\,dz;$$

$$\varphi_1(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^z\int_0^\pi x(Kx,z)\cos Kx\,d(Kx)dz;$$

$c=\cos\theta$; $2\theta$ — угол между сигнальным и опорным лучом; $X(K_x\ z)$ — периодическое по $x$ распределение коэффициента поглощения; $K$ — волновое число решетки.

Для линейной записи ($M \ll 1$) можно аналитически получить значения $\varphi_0$ и $\varphi_1$. Тогда для $z=d$ эффективность

$$S^2 = \frac{1}{2}\ T^{1/c}\left\{\mathrm{ch}\left[\frac{E_j M}{4c}(1-T)\right] - 1\right\}, \qquad (2)$$

где $T = \dfrac{\tau_0\, e^{E_0}}{1-\tau_0+\tau_0\, e^{E_0}}$ — пропускание по интенсивности; $E_0 = E_j - E_b$ — суммарная экспозиция при записи и восстановлении; $\tau_0 = e^{\varkappa_0 d}$ — начальное пропускание; $d$ — толщина голограммы; $M = \dfrac{2\sqrt{J_R J_s}}{J_R + J_s}$ — коэффициент модуляции; $I_R$; $J_S$ — интенсивности опорного и сигнального лучей.







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Приближенно можно записать

$$S^2 \approx \frac{E_f^2 M^2}{16c^2}\ T^{1/c}(1-T)^2\,. \qquad (3)$$

В случае нелинейной записи для определения эффективности необходимо найти значения первых двух коэффициентов Фурье функции $x(x, z)$. Это можно сделать приближенно или с помощью ЦВМ. Было получено также решение системы уравнений связанных волн в виде рядов, которые, однако, сходятся не при любых значениях параметров.

Расчет показал, что при записи на ФХМ голограммы плоской волны максимальная эффективность увеличивается при увеличении плотности начального затемнения $D_0 = -\lg \tau_0$. Для $D_0 \gtrsim 3$ максимальное значение дифракционной эффективности (теоретическое) $S^2_{max} \sim 10 \div 12\%$.

Экспериментально были исследованы образцы органических ФХМ с максимальной плотностью начального затемнения $D_0 \sim 1$. При равных интенсивностях сигнального и опорного лучей $(M=1)$ максимальная дифракционная эффективность составляла $S_{max} \sim 1 \div 2$ %. Расчетная величина $S^2_{max} \sim 4\%$ при $D_0 = 1$. Уменьшение эффективности по сравнению с теорией происходит в основном за счет рассеяния в ФХМ и подложке, поглощения в подложке и из-за неравномерности ЧКХ материала. Временные зависимости пропускания ФХМ при отбеливании и эффективности при восстановлении вполне соответствуют теоретическим.

*Н. Г. Прохоров, В. Н. Шахгеданов*

## РАСЧЕТ РАЗРЕШЕНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ДЕФЛЕКТОРОВ

Для оценки числа отклоненных положений лазерного луча брэгговским ультразвуковым дефлектором обычно используют релеевский критерий разрешения, приводящий к выражению $N = \tau \cdot \Delta f$, где $\tau$ — время прохождения ультразвуковой волны через апертуру светового луча; $\Delta f$ — ширина полосы частот ультразвука. Для обеспечения максимума отклоненных положений лазерного луча в голографическом ЗУ, необходимо использовать оптический луч, диаметр которого больше диаметра голограмм. Поэтому разрешение дефлектора необходимо связывать с уровнем сигнал/помеха, считая сигналом интенсивность света, попадающего на рабочую голограмму, а помехой — интенсивность света, попадающего на близлежащие голограммы. Тогда выражение для разрешения принимает вид $N = \alpha\tau\Delta f$, где $\alpha$ — параметр, зависящий от уровня сигнал/помеха.

Расчет разрешения акустооптических дефлекторов проводился в приближении Фраунгофера, для различных вариантов обрезания гауссового луча лазера дефлектором. Результаты расчета приведены в виде графиков, показывающих зависимость параметра $\alpha$ от уровня сигнал/помеха. Проведено сравнение с экспериментальными данными.

*И. Н. Мухтаров, В. Т. Ниловский*

## РАСЧЕТ ВОЛНОВОДНЫХ $H$-ПЛОСКОСТНЫХ $Y$-ЦИРКУЛЯТОРОВ МЕТОДОМ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Существующие пути расчета волноводных $Y$-циркуляторов, являясь в своей основе электродинамическими, пока чрезмерно сложны, в связи с чем, в частности, непосредственное использование их для оптимизации параметров таких устройств по ряду критериев, например, по широкополостности, представляется достаточно трудным. В настоящей работе показано, что область, заключенную между контуром сочленения волноводных плеч $Y$-циркулятора и ферритом, можно в районе частоты циркуляции трактовать как радиальную линию с волной типа $E_{10}$ — аналогом волны $H_{10}$ прямоугольного волновода. В связи с этим, хотя и приближенно, задачу можно рассматривать с позиции теории цепей. Такой путь позволяет более простыми средствами выявлять существенные стороны явлений и наиболее эффективен при использовании современных вычислительных методов.

Исходя из указанного рассмотрения, получено уравнение, позволяющее пересчитывать характеристическую проводимость волноводных плеч к поверхности феррита:

$$Y(r_1) = \frac{\dfrac{1+Y'_-(r_0)}{1-Y'_+(r_0)} \cdot \dfrac{H_1^{(1)'}(kr_0)}{H_1^{(2)'}(kr_0)} - \dfrac{H_1^{(1)'}(kr_1)}{H_1^{(2)'}(kr_1)}}{\dfrac{1+Y'_-(r_0)}{1-Y'_+(r_0)} \cdot \dfrac{H_1^{(1)'}(kr_0)}{H_1^{(2)'}(kr_0)} - \dfrac{H_1^{(1)}(kr_1)}{H_1^{(2)}(kr_1)}} \cdot Y_0^{\mp}(r_1),$$

где $Y'_{\pm}(r) = \dfrac{Y(r)}{Y_0^{\pm}(r)}$; $Y_0^{\pm}(r) = \mp j\sqrt{\dfrac{\varepsilon}{\mu}}\dfrac{H_1^{(2)'}(kr)}{H_1^{(2)}(kr)}$;







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

тегральные СВЧ схемы, позволяющие существенно уменьшить вес и габариты приемо-передающих трактов. Особый интерес представляют по ряду причин микрополосковые линии так называемого щелевого типа. В докладе обсуждаются вопросы распространения энергии СВЧ в щелевой линии с подложкой из намагниченного феррита. Приводятся основные расчетные формулы, разбираются различные варианты конструкций.

Показана возможность реализации невзаимного фазовращателя с импульсным управлением на щелевой линии.

## СЕКЦИЯ
## РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

*П. Е. Стреж*

### ОБ ОТРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В КВАЗИСЛОИСТЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Рассмотрена задача о наклонном падении монохроматической электромагнитной волны на анизотропную квазислоистую среду, свойства которой характеризуются тензором диэлектрической проницаемости с компонентами, являющимися непрерывно-дифференцируемыми функциями двух координат, оси которых совмещены с плоскостью падения волны. Показано, что в пренебрежении взаимодействием характеристических волн, суперпозиция которых определяет электромагнитное поле распространяющейся в анизотропной среде волны, задача об отражении сводится к системе дифференциальных уравнений Риккати, решение которой позволяет определить коэффициенты отражения характеристических волн. В пренебрежении затуханием волн получены простые интерполяционные формулы для коэффициентов отражения, позволяющие анализировать условия отражения характеристических волн с учетом горизонтальной и вертикальной неоднородности у среды.

*Т. И. Арсеньян, Н. Н. Римский, А. А. Семенов, Э. П. Сомова, А. А. Тищенко*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ УГЛОВ ПРИХОДА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

Для исследования вариаций углов прихода световой волны была предложена схема теневого метода. Если в пункте приема установить собирающую линзу, в фокальной плоскости которой поместить ножевую диафрагму и фотодетектор,



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

то в результате отклонения светового пучка случайными неоднородностями среды ток, текущий через фотодетектор, будет меняться по случайному закону. Поскольку приемное устройство работало в линейном участке характеристики, значение тока в каждый фиксированный момент времени оказывается пропорциональным световому потоку, который, в свою очередь, однозначно связан с углом отклонения луча. Непрерывная запись тока фотодетектора дает возможность оценить статистику вариаций углов прихода оптического излучения.

Описанным способом были проведены исследования вариаций углов прихода на модели случайно-неоднородной среды и на реальных приземных трассах.

Анализ результатов свидетельствует о сильной зависимости вариаций углов прихода от характера трассы, ее длины, метеорологического состояния трассы. Полученные значения радиусов корреляции варьируются от 0,001 *сек* до величины порядка 1 *сек* в зависимости от длины трассы и метеорологической обстановки, что находится в хорошем согласии с результатами, полученными другими методами.

Теневая схема дает возможность оценить характеристические размеры неоднородностей среды. При исследованиях на модели эти величины составляли 2—3 *см*.

Применение теневых схем для анализа вариаций углов прихода представляется наиболее перспективным в связи с высокой чувствительностью таких схем, сравнительной простотой настройки и тем обстоятельством, что область их применения не ограничена трассами малой протяженности.

*П. Е. Стреж, Т. И. Арсеньян, А. А. Семенов*

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ УГЛОВ ПРИХОДА ДИФРАКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Известные в литературе расчеты распределения интенсивности волнового поля в дифракционной картине и дисперсии флуктуаций углов прихода, выполненные для случая плоской волны, не всегда могут быть использованы для анализа экспериментальных данных о статистических характеристиках ограниченного волнового пучка, в связи с этим в данной работе проведено дифракционное рассмотрение траектории частично диафрагмированного пучка со случайными характеристиками. Это позволило установить однозначную связь между флуктуациями случайных значений координаты энергетического центра пучка в плоскости приемной диафрагмы и в плоскости наблюдения. На основе принципа Гюйгенса и приближения френелевской дифракции дано обобщение теоремы о траектории энергетического центра пучка на случай пучков, возмущенных турбулентной средой. В пренебрежении амплитудными флуктуациями волнового поля получено соотношение для дисперсии флуктуаций координаты энергетического центра пучка, из которого следует, что наличие флуктуаций углов прихода вызывает изменение координаты энергетического центра пучка, претерпевшего дифракцию на диафрагме приемного устройства, что обусловливает дополнительное уширение световой зоны в дифракционной картине и позволяет использовать дифракционный метод для экспериментального изучения флуктуаций углов прихода волнового пучка, прошедшего турбулентную среду. Для гауссова пучка с фазовыми флуктуациями, структурная функция которых определена по Гарднеру, а турбулентная среда предполагается локально-изотропной, выполнен расчет дисперсии флуктуаций углов прихода для случая приемной диафрагмы круглой формы, который приводит к простому выражению, не зависящему от радиуса диафрагмы.



*В. А. Мисюра, Н. Д. Жолондковский, В. Я. Блудов*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН

Известно, что при проведении спутниковых измерений фазовое и групповое запаздывания могут быть получены по измерениям эффекта Фарадея и так называемой приведенной разности допплеровского смещения частоты когерентных радиоволн и соответствующей приведенной разности фаз, пропорциональных соответственно скорости изменения фазового запаздывания и самому запаздыванию. Обычно, сначала получают значения полного содержания электронов (ПЭС) в вертикальном столбе, по которому затем вычисляют значения фазового запаздывания радиоволн.

Очевидно, если значения ПЭС можно получить другим методом (например, методом некогерентного рассеяния радиоволн), то для заданной частоты излучения можно получить соответствующие значения фазового запаздывания.

Ввиду того что фазовое и групповое запаздывание в первом приближении прямо пропорционально полному содержанию электронов в наклонном столбе, определение его сво-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

диоволн в ионосфере и солнечной активностью. Этим и объясняется обнаруженный факт различного увеличения $\tau E_s$ с уменьшением солнечной активности для разных геомагнитных широт.

Следует отметить, что обычно используемая вероятность существования отражений от спорадического слоя $E$ ($pE_s$) испытывает слабую зависимость от цикла солнечной активности. Этот же параметр, но связанный с длительностью существования непрерывных отражений от $E_s$($pE_s$) $\tau > \tau_0$, дает резко выраженную обратную зависимость от солнечной активности.

Аналогичную обратную зависимость от солнечной активности обнаруживает также и коэффициент устойчивости отражений от слоя $E_s(Q)$.

Весьма важным как для понимания природы слоя $E_s$, так и для расчета линий радиосвязи через $E_s$ является исследование характера зависимости максимальной концентрации в $E_s$ от величины горизонтальной компоненты геомагнитного поля.

По данным сети ионосферных станций СССР, расположенных в средних и высоких широтах, проведен анализ применимости теории ветрового сдвига к экспериментальным материалам по образованию спорадического слоя $E$ и зависимости его параметров от компонент геомагнитного поля.

Теоретические расчеты показывают, что максимумы электронной концентрации должны расти с увеличением горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, так как эта компонента определяет перераспределение ионизации. Изменение электронной концентрации определяется в $E_s$ по вариациям частот экранирования.

Получено, что в высоких широтах по мере увеличения горизонтальной составляющей геомагнитного поля падают значения частот экранирования, что подтверждает гипотезу образования спорадического слоя $E$ в этих широтах за счет высыпания корпускул из радиационных поясов.

В средних широтах происходит линейное увеличение частот экранирования и предельных частот $E_s$ по мере роста горизонтальной составляющей магнитного поля Земли от 0,15 до 0,3 *э*. Это дало возможность определить количественный вид зависимости электронной концентрации в $E_s$ от горизонтальной составляющей, с коэффициентами, полученными для разного времени суток и сезона года. По этим данным оценена также северная граница применимости теории ветрового сдвига к образованию $E_s$. Получено, что солнечная активность не влияет на характер зависимости параметров $E_s$ от горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.



*И. К. Рысс, С. П. Чернышева, С. С. Чавдаров*

## ВКЛАД ПОГЛОЩЕНИЯ В ОТКЛОНЯЮЩЕЙ И НЕОТКЛОНЯЮЩЕЙ ОБЛАСТЯХ В ПОЛНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНОСФЕРЕ

Одновременный анализ данных вертикального зондирования ионосферы и поглощения радиоволн, измеренного методом $A_1$, на фиксированных частотах в диапазоне от 2 до 5 *Мгц*, позволили разделить полное поглощение радиоволн на поглощение в отклоняющей и неотклоняющей областях. Для каждого конкретного случая наряду с данными поглощения анализировалось высотное изменение в исследуемом частотном диапазоне показателя поглощения и фазового показателя преломления, рассчитанных по полной магнито-ионной формуле.

Получено, что дневные вариации поглощения радиоволн в отклоняющей и неотклоняющей областях различны. Изменение полного измеренного поглощения радиоволн обусловлено в основном поглощением в отклоняющей области. Величина поглощения радиоволн в отклоняющей области зависит от толщины поглощающей прослойки.

Сезонный ход поглощения радиоволн в неотклоняющей области не следует изменению зенитного угла Солнца, что указывает на наличие в ионосфере в зимние месяцы дополнительного источника ионизации, не связанного с солнечной радиацией.

*В. М. Шефтель, С. П. Чернышева, О. А. Мальцева*

## ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ВЫСОТ СПОРАДИЧЕСКОГО СЛОЯ $E$

В силу того, что в большинстве случаев радиосвязь на частотах, превышающих МПЧ регулярных слоев, обеспечивается отражениями от слоев $E_s$, важное значение имеет точное знание изменений высот $E_s$. До сих пор почти во всех исследованиях использовались действующие высоты слоев $E_s$. В настоящей работе ставилась задача выяснения право-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

мерности использования величины $h'E_s$ вместо $hE_s$, так как коэффициенты группового запаздывания в слое $E$ не равны единице.

С этой целью по материалам среднеширотной ионосферной станции (г. Ростова-на-Дону) исследовалось поведение действующих и истинных высот $E$. Действующие высоты слоев $E$ обнаруживают четкий суточный ход с двумя максимумами в утренние и вечерние часы, сохраняющийся в течение года при наличии сезонных вариаций и некоторой зависимости от солнечной активности.

Поведение истинных высот слоев $E_s$ обнаруживает качественное и количественное отличие от поведения действующих высот. Качественное отличие проявляется в сглаживании максимумов суточного хода. Количественные отличия не одинаковы для различных типов слоев $E_s$.

Для $E_s$ типов $l$ и $f$ разницей $\delta h = h'E_s - hE_s$ можно пренебречь.

Основную трудность представляет случай $E_s$ типа $C$, доминирующий в дневное время на средних широтах. Для исследования этого случая привлекались экспериментальные данные и результаты специального модельного расчета. По экспериментальным данным величина $\delta h$ определяется разностью $\Delta f = f_0E_s - f_0E$ и составляет для $\Delta f = 2$ *Мгц* 20—30 *км*, а для $\Delta f \geqslant 1$ *Мгц* 1—3 *км*. Модельные расчеты величин $\delta h$ позволили указать диапазоны значений $\Delta f$, для которых можно использовать $h'E_s$ вместо $hE_s$.

Для слоев $E_s$ типа $h$ величина $\delta h$ составляет 20—50 *км* и ни при каких значениях $\Delta f$ не становится пренебрежимо малой. Поэтому для слоев $E_s$ типа $h$ использование $h'E_s$ вместо $hE_s$ недопустимо.

*С. Б. Раевский, Ю. Г. Белов*

### О СУЩЕСТВОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ВОЛН В НЕКОТОРЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ ИЗОТРОПНЫХ СТРУКТУРАХ

Излагаются результаты исследования возможности существования в двухслойных изотропных структурах электромагнитных волн с комплексными постоянными распространения, несмотря на отсутствие в этих структурах диссипации энергии. Определяются условия существования комплексных волн в двухслойном круглом и прямоугольном волноводах, а также в диэлектрическом стержне, помещенном в свободное пространство. Показывается существование комплексных



волн в виде неортогональных пар. Рассматриваются дисперсионные свойства комплексных волн в двухслойном, круглом экранированном волноводе. Излагаются методы исследования свойств комплексных и методы численного решения комплексных дисперсионных уравнений.

*Ю. Г. Белов, С. Б. Раевский*

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА С ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ГОФРОЙ

Излагаются результаты решения задачи о распространении собственных волн в эллиптическом волноводе с гофрой прямоугольного профиля. Методом согласования полей составляется дисперсионное уравнение в виде детерминантного уравнения бесконечно высокого порядка. Представляются результаты решения этого уравнения в первом приближении в случае критических условий. Показывается зависимость критических частот такого волновода от эксцентриситета поперечного сечения и глубины гофры. Исследуется влияние отклонения параметров волновода от номинальных на рабочий диапазон частот. Приводятся результаты сравнения полученных расчетных данных с экспериментальными. Исследуются, в первом приближении, дисперсионные свойства гофрированного эллиптического волновода на примере двух основных типов волн.

*Ю. А. Булин*

### О НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Линии передачи с распределенными нелинейными параметрами, в которых возможно образование ударных электромагнитных волн, применяются для формирования импульсов нано- и пикосекундной длительности.

В докладе показано, что процесс распространения волн в формирующей линии с двумя нелинейными распределенными параметрами полностью определяется ее характеристикой формирования.

Рассмотрена задача нахождения (синтеза) нелинейных характеристик линии, осуществляющей заданное формирование импульса. В предположении о постоянстве энергии им-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

пульса обсуждается влияние формы нелинейных характеристик линии на процесс формирования стационарного разрыва. Показано, что существует характеристика формирования, оптимальная для заданного входного колебания. Длина линии с оптимальной характеристикой формирования, требуемая для образования разрыва заданной амплитуды, является наименьшей из всех возможных при заданном размахе нелинейности.

Рассматривается влияние диссипации энергии на разрыве на процесс формирования стационарного разрыва. С учетом диссипации энергии длина пути формирования уменьшается.

Производится оценка отражений от разрыва. Показано, что при плавных характеристиках нелинейностей отражениями от разрыва можно пренебречь.

Приводятся результаты экспериментального исследования дискретной модели формирователя.

*Р. К. Бабичев*

### БЫСТРЫЕ ВОЛНЫ В СПИРАЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ

Исследуется простая спираль, у которой угол наклона витков, а также форма и размеры сечения идеально проводящего проводника произвольны.

В приближении усредненных граничных условий для решеток получено дисперсионное уравнение быстрых волн, соответствующих волнам круглого волновода.

Проведенный численный анализ для случая прямоугольных проводников показал, что при малых углах подъема спирали затухание симметричной магнитной волны может быть сделано сколь угодно малым, а излучение остальных нежелательных типов при этом будет значительным.

Полученные результаты могут быть использованы при расчете фильтров типов волн для линий дальней связи.

*Н. А. Гальченко, А. М. Лерер, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский*

### СВЯЗЬ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ С *Т*-ВЫСТУПОМ ЧЕРЕЗ МАЛОЕ ОТВЕРСТИЕ

Произведен теоретический расчет электрических параметров небольших отверстий в прямоугольных волноводах с *Т*-выступом, представляющих значительный интерес для конструирования широкополосных направленных ответвителей. Изложены результаты исследования связи волноводов при помощи круглого и крестообразного отверстий по широкой стенке.

По полученным формулам проведены расчеты на ЭВМ. Их анализ позволил определить оптимальные размеры, положение отверстий и взаимную ориентацию волноводов.

Показано, что по сравнению с *П*-волноводами использование прямоугольных волноводов с *Т*-выступом для конструирования направленных ответвителей позволяет увеличить широкополосность по переходному затуханию и пробивную мощность. Направленный ответвитель с оптимальным положением крестообразного отверстия в широкой стенке двух взаимно перпендикулярных волноводов с *Т*-выступом имеет неравномерность переходного затухания $\pm 0{,}15$ *дб* в диапазоне частот 2,95 : 1 и направленность больше 35 *дб*.

*Н. А. Гальченко, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский*

### *Е*-ВОЛНЫ В ВОЛНОВОДАХ СЛОЖНЫХ СЕЧЕНИЙ

При конструировании малогабаритных широкополосных СВЧ узлов и элементов (*Н*- и *Е*-тройников, щелевых мостов, шлейфных направленных ответвителей, фазовращателей и т. д.) в ряде случаев целесообразно использовать волноводы со сложной формой поперечного сечения. Однако для теоретического исследования многих практически важных СВЧ устройств этого класса необходимо иметь аналитическую запись выражений для полей и значения критических частот *Н*- и *Е*-волн).

На основе использования метода Шварца получены выражения для определения полей и критических частот *Е*-волн в *П*- и *Н*-волноводах, прямоугольном волноводе с одним и двумя *Т*-выступами. По полученным формулам проведены расчеты на ЭВМ и построены графики для критических частот.

Сравнение экспериментальных и теоретических результатов показало, что ошибка при вычислении критических частот не превышает 5%. Установлено, что в отличие от *Н*-волн, амплитуды пространственных гармоник убывают более медленно. Кроме того, у *Е*-волн отсутствует «резонансная» пространственная гармоника, характерная для *Н*-волн.







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СОДЕРЖАНИЕ

*Секция электронно-вычислительной техники*


А. Я. Савельев. Обучающие системы . . . . . 3
В. Е. Алексеев. Использование ЭЦВМ для исследования процесса обучения . . . . . 4
В. И. Бабий. Об одном способе рукописного ввода в ЭВМ при программированном обучении . . . . . 5
В. А. Бабицкий, Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. Н. Новиков, А. В. Орлов. Об одной обучающей системе на базе ЭВМ «Минск-2» . . . . . 6
Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. В. Новиков, А. В. Орлов, О. М. Тихоненко. Применение ЭВМ при изучении курса «математическая логика» . . . . . 6
В. И. Карпов. Об опыте составления учебных планов вузов с помощью ЭЦВМ . . . . . 7
Ф. Е. Темников. Развитие модели управления высшей школой 8
В. Н. Четвериков, Э. Н. Самохвалов. Решение задач управления в вузе с помощью АСУ . . . . . 9
Т. И. Лимонова. Вопросы построения АСУ ВУЗ . . . . 10
Т. И. Лимонова. Математическое обеспечение АСУ ВУЗ 11
В. П. Власов. Система программ для автоматизации составления вузовских расписаний учебных занятий . . . . . 12
И. Б. Моргунов. Решение задач планирования учебного процесса с помощью ЭВМ . . . . . 13


*Секция микроэлектроники*


А. В. Воробьев, А. В. Николаев, П. М. Шатахян. Машинное проектирование интегральных схем . . . . . 14
А. В. Николаев, С. Р. Калмыкова, М. А. Колесников. Вычисление чувствительности линейных интегральных схем 15
Е. И. Гальперин, Л. Э. Дегтярь, Л. М. Зафрина, З. И. Зеликовский, Л. И. Липкович, Э. С. Браилов. Активные фильтры на *RC*-структурах из коаксиального микропровода 16
В. П. Стыцько, З. А. Аббясов. Проектирование гибридных интегральных фильтров НЧ диапазона на основе гираторов . . 17
З. А. Аббясов, Е. И. Гальперин, В. П. Стыцько, Л. В. Шумейко. Исследование шумовых свойств гираторного контура . . . . . 18
В. А. Ильин, П. Н. Димитраки, С. Н. Димитраки. Мостовые генераторы импульсов с дифференциальным каскадом на интегральных микросхемах . . . . . 19
В. Н. Дулин, М. В. Матосов. Внутренние вольтамперные характеристики кремниевого диода . . . . . 20
В. П. Тарасов. Интегрируемый перестраиваемый фильтр высокой добротности и стабильности . . . . . 21
А. А. Лебедев, В. И. Диденко, А. Г. Алексеенко. Чувствительные компараторы на интегральных схемах . . . . 21





М. А. Ожогин, В. М. Худыкина. Дифференциальные каскады на МОП-транзисторах в интегральном исполнении . . . 22
Е. М. Онищенко, В. С. Першенков. Интегральная тиристорно-транзисторная субсистема памяти . . . . . 23


*Секция квантовой электроники и голографии*


В. К. Конюхов. Газодинамические лазеры . . . . . 24
М. Н. Заргарьянц, Л. Н. Курбатов. Светодиоды, одноэлементные и многоэлементные инжекционные лазеры и перспективы их применения . . . . . 24
А. Л. Миаэлян, В. В. Дьяченко. Оптические резонаторы «волноводного типа» . . . . . 26
Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, Т. А. Костинская, В. Н. Фаворин, В. И. Богатырев. Сканирующий лазер на основе электронного возбуждения . . . . . 27
Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, В. Н. Фаворин, М. А. Баталина, Е. В. Бибиков, А. Н. Власов, С. С. Демидов. Некоторые характеристики малогабаритного импульсного лазера с электронным возбуждением . . . . . 27
Н. П. Доссон, В. В. Никитин, В. Д. Самойлов, А. И. Фример. Оптронный генератор наносекундных импульсов когерентного света . . . . . 27
В. Ф. Купришов, Ю. Г. Турков, Ю. В. Андреев. Исследование явления автомодуляции добротности в ОКГ с нестабильными резонаторами . . . . . 28
В. Ф. Купришов, Ю. В. Андреев. Исследование непрерывного ОКГ на иттриево-алюминиевом гранате со стабилизированной мощностью излучения . . . . . 29
В. Н. Шахгеданов, А. А. Шимко, М. В. Либерзон, Т. И. Бурашова. Исследование MnBi пленок и оценка возможности их использования в голографических запоминающих устройствах . . . . . 29
А. М. Балбашов, В. Н. Шагеданов, А. А. Шимко. О возможности использования ортоферритов для создания транспарантов голографических систем памяти . . . . . 30
В. А. Дьяков, И. В. Щукин, Ю. А. Александров, А. О. Бакрунов, Е. П. Лясников. Применение методов оптической фильтрации для целей обработки изображений медико-биологических объектов . . . . . 30
И. С. Стромилов, В. К. Козлова. Повышение дифракционной эффективности голограмм транспаранта с помощью случайной фазовой маски . . . . . 31
Н. А. Костров. Голограммы на фотохромных материалах с учетом нелинейности записи . . . . . 32
Н. Г. Прохоров, В. Н. Шахгеданов. Расчет разрешения акустооптических дефлекторов . . . . . 34
И. Н. Мухтаров, В. Т. Нилловский. Расчет волноводных *H*-плоскостных *Y*-циркуляторов методом теории цепей . . . . 35
И. Н. Мухтаров, В. Т. Нилловский. Расчет широкополосных *Y*-циркуляторов с использованием прототипных схем . . . 36
И. А. Наумов, В. В. Короткова. О возможности создания широкополосных вентилей-фланцев . . . . . 37
В. С. Смирнов, М. М. Алексеенко, И. А. Наумов. Вопросы расчета микрополосковых СВЧ ферритовых устройств . 37




Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Секция распространения радиоволн*

П. Е. Стреж. Об отражении электромагнитных волн в квазислоистых анизотропных средах . . . . . 39
Т. И. Арсеньян, Н. Н. Римский, А. А. Семенов, Э. П. Сомова, А. А. Тищенко. Исследование вариаций углов прихода оптического излучения в случайно-неоднородной среде 39
П. Е. Стреж, Т. И. Арсеньян, А. А. Семенов. О возможности исследования флуктуаций углов прихода дифракционным методом . . . . . 40
В. А. Мисюра, Н. Д. Жолондковский, В. Я. Блудов. Исследование фазового запаздывания методом некогерентного рассеяния радиоволн . . . . . 41
С. С. Чавдаров, Б. Г. Барабашов, Б. Г. Калядин. Некоторые результаты наклонного зондирования ионосферы . . 42
С. П. Чернышева, В. М. Шефтель, С. С. Чавдаров. Воздействие солнечной активности и магнитного поля на устойчивость отражений радиоволн от слоев *E* . . . . . 43
И. К. Рысс, С. П. Чернышева, С. С. Чавдаров. Вклад поглощения в отклоняющей и неотклоняющей областях в полное поглощение радиоволн в ионосфере . . . . . 45
В. М. Шефтель, С. П. Чернышева, О. А. Мальцева. Об изменениях высот спорадического слоя *E* . . . . . 45
С. Б. Раевский, Ю. Г. Белов. О существовании комплексных волн в некоторых двухслойных изотропных структурах . . 46
Ю. Г. Белов, С. Б. Раевский. Результаты исследования эллиптического волновода с прямоугольной гофрой . . . . 47
Ю. А. Булин. О нестационарном режиме формирования ударных электромагнитных волн . . . . . 47
Р. К. Бабичев. Быстрые волны в спиральном волноводе 48
Н. А. Гальченко, А. М. Лерер, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский. Связь прямоугольных волноводов с *T*-выступом через малое отверстие . . . . . 48
Н. А. Гальченко, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский. *E*-волны в волноводах сложных сечений . . . . . 49
А. М. Лерер, В. С. Михалевский. Учет влияния конечной толщины стенок волноводов на параметры щелевого моста 50
С. И. Лапта. Возбуждение спирально проводящего волновода с периодически введенными проводящими или непроводящими разрывами . . . . . 50

Подписано в печать 4.4—1972 г. Т-01597 Объем 3,5 усл. п. л.
Тираж 700 экз. Зак. 1161.
Типография изд-ва «Советское радио»

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

UNCLASSIFIED

ИМЕНИ А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

НАУЧНО-Т
ЭЛЕКТРОНИКА
UNCLASSIFIED

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МОСКВА — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ имени А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
СЛЕДУЮЩИХ СЕКЦИЙ:

теории информации, теории и техники передачи
дискретных сигналов, общей радиотехники,
многоканальной электросвязи

МОСКВА — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ
## ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

*В. И. Коржик*

### КОДИРОВАНИЕ В ДИСПЕРСИВНЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

Канал связи, сигнал на выходе которого образуется как сумма стохастического линейного интегрального преобразования входного сигнала не зависящей от него аддитивной помехи, будем называть дисперсивным.

Такой моделью достаточно хорошо могут быть описаны каналы с ионосферным отражением, тропосферным рассеянием и некоторые другие.

Рассматриваются частные случаи дисперсивного канала, когда интегральное преобразование аппроксимируется сверткой на одномерном торе или сверткой на прямой. Приводятся условия, достаточные для корректности этих аппроксимаций.

Если стохастическое ядро интегрального преобразования и аддитивная помеха являются гауссовскими процессами, то канал называется гауссовским. Основные результаты получены для гауссовских каналов.

Достаточно полное физическое описание непрерывных дисперсивных каналов делает возможным исследование потока ошибок в дискретных отображениях таких каналов не на основе моделей «черного ящика», а именно на основе физических свойств непрерывных каналов. Важнейшей концепцией является здесь метод непрерывного порождающего процесса для дискретных и полунепрерывных отображений дисперсивных каналов.

Ясно, что кодирование в таких каналах следует рассматривать только как средство улучшения различимости непрерывных сигналов путем усложнения их формы при сохранении энергетических соотношений, т. е. более эффективного использования пространства сигналов. Отсюда вытекает важность согласования модемов и кодеров-декодеров, причем сама необходимость такого разделения вытекает только из условий технической реализуемости, эффективности системы, сигналов и методов их обработки.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

3. Путем анализа информационных посылок сигнала с предварительной классификацией (использование обратной связи по решению).

*В. А. Геранин*

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Дан аналитический разбор современного состояния спектральных представлений нестационарных случайных процессов (НСП). Прослежено становление спектрального аналитического аппарата НСП от первых эвристических попыток учесть зависимость энергетического спектра случайного процесса от времени до новейших работ. Рассмотрены все известные сегодня подходы к спектральному описанию НСП. Предложено обобщение теоремы Винера — Хинчина на решетчатые НСП. Рассмотрен вопрос о вычислении дисперсии НСП в полосе частот.

Приведен КПФ эквивалент теоремы Винера — Хинчина: ной фильтрации НСП на основе различных определений спектра. Рассматривается спектральный анализ безынерционных нелинейных систем при нестационарных гауссовых воздействиях.

В связи с внедрением в информационные системы алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) в докладе уделено внимание аналитической основе БПФ — конечному преобразованию Фурье (КПФ) НСП.

Приведен КПФ эквивалент теоремы Винера — Хинчина: взаимосвязи между функцией корреляции по частоте, функцией корреляции по времени и спектральной плотностью дисперсии НСП. Рассмотрены варианты КПФ НСП на основе спектров Раевского и Бендата-Пирсола. Полученные результаты иллюстрируются на примерах.

*Б. Р. Левин, С. Д. Свет*

### ОПТИМАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФОТОТЕЛЕГРАФНОГО СИГНАЛА В АДДИТИВНОМ ФЛУКТУАЦИОННОМ ШУМЕ

Рассматривается применение теории условных марковских процессов к решению задачи повышения качества приема изображений газетных полос, передаваемых по каналам фототелеграфной связи.



При построчном считывании изображений газетных полос (ИГП) оптической апертурой с высокой разрешающей способностью выдеосигнал может быть аппроксимирован стационарной марковской последовательностью на два состояния с соответствующими переходными вероятностями. Шум, действующий в канале передачи, является аддитивным и может быть представлен в виде последовательности случайных величин с независимыми значениями.

Структура оптимального приемника находится на основе критерия максимума апостериорной вероятности, при этом оптимальная оценка сигнала находится по всей наблюдаемой фиксированной выборке с учетом всех «прошлых» и всех «будущих» ее значений. Показано, что отношение правдоподобия, на основе которого выносится решение о значении принятого сигнала, может быть представлено в виде произведения двух отношений правдоподобия, каждое из которых находится идентичными рекуррентными соотношениями в прямом и обратном времени.

Приводятся результаты фильтрации реального газетного текста, полученные с помощью ЭЦВМ. Показано, что применение рассмотренных алгоритмов позволяет при больших вероятностях ошибок в канале (когда изображение, принятое непосредственно на фототелеграф, неразборчиво) получить изображение, восстанавливаемое практически полностью.

*В. Г. Валеев*

### МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПРИЕМА СИГНАЛОВ, УСТОЙЧИВЫЕ К ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗНООБРАЗНЫХ ПОМЕХ

Рассматриваются адаптивные и минимаксные методы приема, устойчивые к изменениям помеховой ситуации. Рассмотрение основывается на параметрическом описании класса возможных помех.

Адаптивная приемная система синтезируется из условия минимума среднего риска. Находится структура адаптивного обнаружителя, состоящая из блоков оценки параметров помеховой ситуации и блока формирования отношения правдоподобия. Блок отношения правдоподобия структурно совпадает с аналогичным блоком для известной помеховой ситуации. Адаптивный измеритель параметров сигнала трактуется как устройство совместно измерения параметров помеховой ситуации и параметров сигнала.

Находится минимаксная приемная система в классе помех с фиксированной корреляцией функцией. Таковой является система, оптимальная для нормальной шумовой помехи.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

На примере обнаружения известного сигнала в логарифмически нормальном шуме иллюстрируется помехоустойчивость адаптивной, минимаксной и неадаптивной систем. Показано, что помехоустойчивсть адаптивной системы близка к той, которая достигается при известной помеховой ситуации. При любой помехе устойчивость адаптивной системы выше, чем минимаксной. Неадаптивная система обладает устойчивостью только к помехам, близким той, на которую рассчитана эта система.

*В. М. Баронкин*

### СИНТЕЗ АСИМПТОТИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ

Рассматривается задача обнаружения слабого сигнала на фоне помех по квантованной выборке независимых наблюдений объема $N$. Решение этой задачи основано на теории «близких» гипотез. Показывается, что построение асимптотически (при $N \to \infty$ ) наиболее эффективного в смысле Питмена алгоритма обнаружения в классе алгоритмов, основанных на квантованных наблюдениях смеси сигнала с шумом, приводит к задаче синтеза оптимального квантования по критерию максимума информации Фишера. Для широкого класса функций распределения находятся уравнения оптимального квантования и приводятся условия, при которых решение данных уравнений единственно. Рассматриваются примеры.

*В. М. Баронкин*

### АСИМПТОТИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОЕ КВАНТОВАНИЕ В НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ ПРИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМАХ ВЫБОРОК

При проверке гипотез в случае большого объема выборок для сравнения критериев используются различные асимптотические меры эффективности, которые во многих случаях выражаются либо через количество информации Фишера, либо через количество информации Кульбака. Поэтому при нахождении оптимальных порогов квантования, когда решается задача проверки гипотез на основе квантованных наблюдений, естественно в качестве критерия оптимальности выбирать максимум данных количеств информации.



Однако такие критерии приводят к довольно сложным системам уравнений, решение которых в основном возможно только численными методами.

Эти трудности преодолеваются введением понятия асимптотически (при $n \to \infty$, где $n$ — число областей разбиения) оптимального квантования. В рамках такого определения можно получить достаточно простые уравнения для асимптотически оптимальных порогов квантования. Числовые расчеты для некоторых примеров показывают, что использование асимптотически оптимального квантования вместо оптимального приводит к незначительным потерям в соответствующих количествах информации.

*А. М. Голосовский*

### ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА ПРИ НЕИЗВЕСТНОМ ТОЧНОМ ЗНАЧЕНИИ ЕГО ЧАСТОТЫ

Рассматривается синтез алгоритмов оптимальной обработки аддитивной смеси сигнала и помех, принимаемых на систему разнесенных антенн с различными пространственными диаграммами направленности с целью оценки амплитуды и величины запаздывания сигнала.

Предполагается, что размеры антенной системы существенно меньше длины волны или сравнимы с ней.

При нестабильности частоты или импульсном характере излучения активного источника радиосигналов часто оказывается невозможным формирование в пункте приема опорного напряжения, частота которого точно равна частоте сигнала. Поэтому синтез алгоритмов оптимальной обработки производится при условии, что априорно известен лишь интервал частот, в котором может находиться спектр сигнала. Синтез производится с учетом взаимной корреляции помех, принимаемых на разнесенные антенны.

*В. И. Некоркин, В. П. Пономаренко*

### К ТЕОРИИ СИСТЕМ СИНХРОНИЗАЦИИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Рассматриваются синхронизирующие свойства системы слежения за задержкой (ССЗ) псевдослучайного сигнала с пропорционально-интегрирующим фильтром в зависимости от формы дискриминационной характеристики. Задача приво-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

системы идеальный ограничитель — оптимальный фильтр. На первом шаге эта цель достигается в результате предварительного образования разности принимаемого колебания и колебания, полученного из принимаемого путем задержки на время, кратное интервалу квантования $\Delta t$. Образованная таким образом система представляет собой элементарную ранговую систему обнаружения (ЭРСО). Дальнейшее усовершенствование ранговой системы обнаружения возможно путем использования нескольких, параллельно работающих ЭРСО. При этом результирующая пороговая статистика получается как сумма пороговых статистик ЭРСО.

Коэффициент АОЭ сложной системы по отношению к оптимальному фильтру при обнаружении сигнала на фоне нормального шума равен $3/\pi$. Таким образом, без использования адаптации получен простой способ реализации сравнительно эффективных ранговых алгоритмов обнаружения, инвариантных ко времени прихода сигнала.

*В. И. Битюцкий, П. Н. Сердюков*

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАРКОВСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕГО ВИДА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Марковские последовательности общего вида встречаются при исследовании случайных процессов в импульсных следящих системах, в задачах нахождения экстремума в экстремальных системах при воздействии помех. Важной задачей при анализе воздействия помех на импульсную следящую систему является нахождение стационарной плотности ошибки рассогласования, которая может быть определена из однородного интегрального уравнения.

Интересной для практики является задача с поглощающими экранами, при которой определяются статистические характеристики моментов первого достижения поглощающих границ. Вводя производящую функцию целочисленной случайной величины, соответствующей номеру шага, на котором произойдет поглощение, и используя связь между производящей функцией и первым и вторым моментами, можно получить неоднородные интегральные уравнения для среднего времени достижения границ и дисперсии среднего времени. Вероятность достижения одной из границ также можно определить из решения неоднородного интегрального уравнения.



Введением соответствующей производящей функции можно определить среднее время достижения одной из границ. Ядром полученных интегральных уравнений является переходная плотность вероятности, которая зависит от распределения помехи и уравнения исследуемой системы. В качестве примера эти уравнения решены для системы импульсно-фазовой подстройки частоты первого и второго порядков для разных значений параметров системы и дисперсии воздействующих флуктуационных гауссовых помех.

Уравнения систем первого порядка решались методом механических квадратур. Уравнения для систем второго порядка — итерационным методом. Решения этих уравнений имеют наглядную графическую интерпретацию. Моделирование на ЭВМ подтверждает полученные результаты.

*В. В. Шахгильдян, Б. П. Бурдзейко*

### К ЗАДАЧЕ СИНТЕЗА ДВУХКАНАЛЬНОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ КВАЗИДЕТЕРМИНИРОВАННОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ НЕГАУССОВЫХ ПОМЕХ

Повышение помехоустойчивости приемных устройств относительно помех, воздействующих по боковым лепесткам диаграммы направленности (ДН) антенны, часто достигается применением дополнительного канала с ненаправленной антенной, имеющей минимум ДН в направлении главного лепестка ДН основной антенны, и устройства компенсационного типа. Применение компенсационных устройств можно рассматривать как вариант реализации двухканальных приемных устройств. Структура оптимального приемного устройства, использующего два наблюдаемых процесса (основной и дополнительный каналы), может быть получена при рассмотрении задачи синтеза оптимального обнаружителя. При этом используется марковская модель наблюдаемых сигналов и помех.

Предполагается заданным марковский процесс

$$z = (\theta, \lambda, y),$$

где $y = (y_1, y_2)$ — вектор наблюдения; $y_1$ — аддитивная смесь сигнала, помехи и белого шума на выходе антенны первого канала; $y_2$ — аддитивная смесь помех и шума на выходе антенны второго канала, причем сигнал и помеха являются известными функциями параметров $\lambda$ и времени; $\lambda$ — вектор неизвестных параметров сигнала и помехи, координа-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ты которого, соответствующие параметрам помехи, не совпадают для первого и второго каналов из-за различия в ДН антенн; $\theta$ — параметр, соответствующий наличию ($\theta = 1$) или отсутствию сигнала ($\theta = 0$) на интервале наблюдения.

Задача обнаружения сигнала с известным временем прихода сводится к формированию логарифма отношения правдоподобия (ЛОП) совместно с оценками параметров $\lambda$. Уравнение для ЛОП определяет структуру оптимального обнаружителя. Оценки параметра $\lambda$ определяются в результате усреднения по апостериорному распределению параметра.

Структурная схема приемного устройства включает в себя блок формирования оценок параметра $\lambda$, блок формирования ЛОП и решающее устройство. В случае сильной помехи второй канал участвует лишь в формировании оценок параметра помехи, формирование ЛОП при этом осуществляется при использовании $y_1$ и оценки параметра $\lambda$.

В случае неизвестного времени прихода сигнала задача обнаружения заключается в оценке момента $\tau$ появления сигнала. Решение об оценке $\tau$ связывается с качеством вынесения решения при наблюдении сигнала на конечном временном интервале. Качество решения характеризуется функцией риска, представляющей собой взвешенную сумму вероятностей ошибок обнаружения I и II рода. При решении используется известная теория байесовского решения задачи обнаружения момента наступления «разладки» случайного процесса. Оптимальной процедурой является формирование апостериорного распределения параметра $\theta$ и сравнение его с пороговым значением.

Структурная схема приемного устройства в рассматриваемом случае состоит из блока нелинейной фильтрации $\theta$, порогового устройства, блока оценок параметров. Нелинейные преобразователи в блоке нелинейной фильтрации определяются локальными коэффициентами апостериорного распределения параметра $\theta$.

## СЕКЦИЯ
## ТЕОРИИ И ТЕХНИКИ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ

*А. Н. Духовнер*

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СВЯЗИ С ДИСКРЕТНЫМИ СИГНАЛАМИ

Рассматриваются различные пути повышения пропускной способности линий связи, основанные на сжатии данных.

В докладе приводятся примеры, показывающие эффективность предложенной методики сжатия данных в различных системах связи.

*А. И. Даниленко*

### О ВЗАИМНОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

В ряде случаев возникает задача различения двух случайных процессов с неодинаковыми средними значениями. Рассматриваемое взаимное нелинейное преобразование позволяет увеличить разность математических ожиданий и мощностей этих процессов, что в некоторых случаях облегчает выполнение поставленной задачи.

Даны две непересекающиеся функции распределения случайных стационарных эргодических процессов, существующие при положительных значениях аргумента. Предлагается осуществить их взаимное преобразование, суть которого состоит во взаимном подавлении слабых конкурирующих реализаций сильными.

Показано, что каждая из искомых плотностей вероятности состоит из функции, представляющей собой произведение плотности вероятности исходного процесса на функцию распределения конкурирующего процесса при всех положительных значениях аргумента и дельта-функции в начале координат.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

так как информация закладывается в разницу параметров информационного и опорного сигналов. Использование шумоподобных сигналов (ШПС) со значением базы $B = F_c T_c \gg 1$ позволяет осуществить раздельный прием отдельных лучей в многолучевых каналах связи и тем самым уменьшить влияние интерференционных замираний. Информационный и опорный сигналы имеют одинаковую структуру, а для выполнения необходимого условия ортогональности информационного и опорного сигналов на интервале длительности информационных посылок $T_c$ оба сигнала сдвинуты друг относительно друга на $\Delta t_з$ или $\Delta\Omega$. При правильной расстановке сигналов по временной или частотной оси сохраняется полная корреляция параметров информационного и опорного сигналов. При передаче опорных сигналов в канале с переменными параметрами возможно осуществить квазикогерентный метод приема фазоманипулированных информационных сигналов, однако помехоустойчивость приема бинарных сигналов в этом случае снижается по отношению к потенциальной помехоустойчивости, так как часть мощности передатчика тратится на передачу опорного сигнала. При приеме сигналов в многолучевых каналах снижение помехоустойчивости объясняется наличием так называемых шумов «неортогональности». Наличие шумов «неортогональности» вызвано неидеальностью автокорреляционной функции используемых ШПС (т. е. тем, что ШПС не являются δ-коррелированными процессами). В рассматриваемой системе связи осуществляется метод приема, аналогичный автокорреляционному, с той разницей, что задержка сигнала составляет не $T_c$, а $\Delta t_з$. В работе оценивается предельная помехоустойчивость сверху и снизу и сравнивается с известными результатами по оценке помехоустойчивости приема бинарных сигналов в каналах с быстрыми замираниями.

*В. И. Разумов*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ КАНАЛА С БЫСТРЫМИ ЗАМИРАНИЯМИ

Методика определения помехоустойчивости приема бинарных сигналов достаточно полно разработана для каналов с постоянными параметрами и каналов с медленными замираниями ($\tau_к \gg T_c$, где $\tau_к$ — интервал корреляции замираний, $T_c$ — длительность информационных посылок). Методика расчета помехоустойчивости для каналов с быстрыми замираниями еще не установилась. При расчете параметров сигнала на входе приемного устройства рассматриваются два случая: канал с быстрыми, общими по частоте замираниями (при использовании узкополосных сигналов) и канал с быстрыми, селективными по частоте замираниями (при использовании шумоподобных сигналов). Для расчета помехоустойчивости приема дискретных сигналов необходимо записать функции правдоподобия с учетом воздействия на передаваемые сигналы случайных, переменных во времени параметров канала связи и аддитивных флуктуационных помех. В работе определяются функции правдоподобия бинарных сигналов для двух указанных случаев в каналах, в которых не выполняется условие $\tau_к \gg T_c$. Учитывается влияние скорости замираний на статистические характеристики параметров сигнала на выходе канала связи.

*В. И. Назаров*

### ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЕКЦИИ СИГНАЛОВ ДИСКРЕТНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Из современных систем передачи дискретной информации наиболее эффективной поэлементной и блочной синхронизацией обладают системы, основанные на принципе вращающейся фазы. При прочих равных условиях в них обеспечивается более высокая скорость вхождения в синхронизм, возможность использования кодов без синхронизационной избыточности, высокая пропускная (информационная) способность, простота реализации. В телеметрических системах, основанных на принципе вращающейся фазы, фазоманипулированный сигнал «с детерминированной фазой» несет не только телеметрическую информацию, но и сведения о границах элементарных посылок, границах кодовых блоков (знаков, слов, строк, кадров), причем для передачи синхросигналов не требуется расходовать дополнительную мощность при передаче, расширять полосу частот, увеличивать инерционность системы синхронизации.

Разделение на приемной стороне сигнала «с детерминированной фазой» на несколько фазоманипулированных сигналов, каждый из которых содержит только один информационный канал, либо сведения о границах кодовых комбинаций, осуществляют с помощью неполного умножения несущей частоты принимаемого сигнала. Последующая демодуляция каждого из разделенных сигналов производится в независимых трактах с различными параметрами и помехоустойчивостью.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

эффективности указанной системы по отношению к оптимальному фильтру. В случае обнаружения сигнала на фоне нормального шума указанный коэффициент равен $3/\pi$.

Система инвариантна ко времени прихода сигнала.

*М. П. Свиланс*

## ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Передача модулированных сигналов, как правило, связана с некоторыми изменениями их частотного спектра, обусловленными свойствами используемого канала. Сложность происходящих при этом процессов резко ограничивает возможности аналитических расчетов преобразований, которым подвергается полезный сигнал, передаваемый с помощью определенного переносчика. Так как происходящие изменения (небольшие относительно полезного сигнала) важны для правильного выбора свойств канала, а также (большие относительно полезного сигнала) для косвенного измерения параметров канала, произведена попытка определения указанных изменений путем цифрового моделирования спектральных преобразований, с целью получения семейств кривых, которые могли бы использоваться в виде базы для инженерных расчетов, необходимых показателей каналов, а также при проектировании аппаратуры для измерения параметров каналов связи косвенным путем. Последнее важно в случаях, когда непосредственные измерения неудобны или трудоемки.

Расчеты, проведенные для случая амплитудной модуляции гармонического сигнала, дали возможность построить семейства кривых, определяющих влияние амплитудных и фазовых искажений на полезный передаваемый сигнал. Ограниченность спектра амплитудной модуляции значительно облегчила решение этой задачи.

Расчеты для случая угловой модуляции гармонических сигналов сложнее, так как в этом случае имеем дело с теоретически бесконечным спектром. Однако и здесь удалось получить некоторые данные, дающие возможность лучше, чем до сих пор, прогнозировать искажения сигнала, порождаемые разными свойствами каналов.

К одной из бесспорных возможностей использования полученных результатов можно отнести контроль правильного месторасположения и ширины стандартных полос пропускания путем замера искажений предвиденного для этой цели тест-сигнала, который модулирован напряжением, заведомо искажаемым проверяемым каналом. Полученные результаты дают также возможность пересмотреть требования, предъявляемые к каналам и аппаратуре разного типа, с точки зрения их прямого воздействия на показатели полезного передаваемого сигнала.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ОБЩЕЙ РАДИОТЕХНИКИ

*И. Б. Погожев, В. Н. Шуваева*

### ОБОБЩЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАЗНООБРАЗНЫХ УСЛОВИЯХ

При разработке радиотехнических устройств часто требуется выбрать значения их параметров с учетом разных условий предполагаемого использования. Естественно, что такой выбор желательно сделать наилучшим из всех возможных.

Для этого нужно иметь обоснованный критерий оптимизации, который зависит от значений выбираемых параметров так, что его максимум (или минимум) по всем возможным значениям последних соответствует наилучшему варианту устройства.

Во многих важных случаях не удается выбрать такой показатель, который отражал бы общие цели применения рассматриваемых устройств и возможные результаты их использования в разных условиях в одном и не слишком сложном критерии оптимизации.

В таких случаях иногда прибегают к различным усреднениям показателей качества устройства по условиям их использования. Отсутствие обоснований у полученных таким способом средних взвешенных арифметических, средних взвешенных геометрических и других обобщенных показателей качества, естественно, может вызывать сомнение в том, что найденный в результате решения соответствующей задачи оптимизации вариант действительно является наилучшим.

Рассмотрим возможность теоретического обоснования некоторых средних взвешенных показателей качества, предназначаемых для выбора оптимальных радиотехнических устройств, используемых в разных условиях.

#### *1. Допущения*

А. Показатели качества устройств должны быть выбраны так, чтобы для каждой группы условий эффект определялся произведением среднего числа устройств, используемых в данных условиях на соответствующий этим условиям показатель качества. Примерами таких показателей могут быть вероятности выполнения поставленных задач, вероятности безотказной работы за заданное время, коэффициенты готовности устройств и т. п.

Б. Показатели качества устройств $P_1(\gamma), \ldots, P_m(\gamma)$ зависят от управляемых параметров $\gamma=\{\gamma_1, \ldots, \gamma_m\}$ так, что логарифмы этих показателей являются вогнутыми функциями.

Принятое допущение выполняется, в частности, в следующих важных случаях:

— когда повышение качества устройств связано с дополнительными затратами, сумма которых является ограниченной и относительные изменения показателей качества приближенно пропорциональны относительным изменениям указанных затрат;

— когда рассматриваемые устройства являются достаточно хорошо отработанными так, что на каждое новое повышение показателя качества на одну и ту же относительную величину (например, на 5%) приходится затрачивать все больше «усилий».

В. Известны потребности в рассматриваемых устройствах, позволяющие приближенно найти значения величин $\bar{\alpha}_1, \ldots, \bar{\alpha}_m$, характеризующих оптимальное распределение устройств по группам условий использования.

При этом нахождение оптимального распределения устройств часто может представлять собой самостоятельную задачу исследования.

Совместная оптимизация параметров устройств и распределения их по группам условий использования может осуществляться, например, методом последовательных приближений.

#### *2. Обобщенные показатели*

Принятые допущения и известные результаты Куни и Таккера для векторных задач оптимизации позволяют доказать, что оптимальный вариант изделия $\bar{\gamma}=\{\bar{\gamma}_1, \ldots, \bar{\gamma}_m\}$ можно рассматривать как решение следующей задачи оптимизации:

$$\prod_{k=1}^{n} [P_k(\bar{\gamma})]^{\bar{\alpha}_k} = \max_{\gamma \in \Gamma} \prod_{k=1}^{n} (P_k(\gamma)]^{\bar{\alpha}_k}. \qquad (1)$$

Функцию





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

$$P(\gamma)=\prod_{k=1}^{n}[P_k(\gamma)]^{\overline{a}_k} \qquad (2)$$

назовем средним взвешенным геометрическим показателем качества устройств. Этот обобщенный показатель может не иметь физического смысла. Возможность его применения для оценки вариантов устройств основана на условии (1), согласно которому оптимальному варианту соответствует наибольшее значение этого показателя.

Если усредняемые показатели $P_1(\gamma), \ldots, P(\gamma)$ сравнительно мало отличаются друг от друга, то для упрощения расчетов вместо показателя (2) можно применять средний взвешенный арифметический показатель.

### *3. Обобщенный показатель эффективности средств ближней радиолокации.*

Известно, что эффективность действия систем ближней радиолокации (СБРЛ) характеризуется коэффициентом эффективности $K_э$, который пропорционален вероятности выполнения задачи.

Так как произведение числа СБРЛ, используемых в каждой группе условий, на соответствующий коэффициент эффективности пропорционально числу СБРЛ, выполнивших поставленные задачи, то основное допущение А здесь можно считать выполненным. Аналогично можно проверить выполнение и остальных допущений. Поэтому для оценки СБРЛ с учетом условий его применения можно использовать обобщенный коэффициент эффективности

$$\tilde{K}_э=\tilde{K}_x\tilde{K}_r,$$

где $$\tilde{K}_x=\prod_{i=1}^{n}[K_x^{(i)}]^{\overline{a}_i}, \qquad \tilde{K}_r=\prod_{i=1}^{n}[K_r^{(i)}]^{\overline{a}_i}, \qquad (3)$$

$K_x^{(i)}$, $K_r^{(i)}$ и $\overline{a}_i$ — соответственно коэффициенты $K_x$, $K_r$ и доля СБРЛ для $i$-й группы условий применения.

При этом, если величины $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$ правильно отражают потребности в СБРЛ, то наибольшее значение коэффициента $\tilde{K}_э$ соответствует оптимальному варианту СБРЛ.

Проведенное исследование показывает, что при выборе оптимальных вариантов разрабатываемых радиотехнических устройств можно обоснованно применять усреднение показа-



телей качества по условиям предполагаемого использования устройств.

Во всех случаях, когда справедливы сделанные допущения, можно пользоваться обобщенным показателем качества, который определяется формулой (2). Оптимизация этого показателя по всем возможным вариантам устройств позволит найти оптимальный вариант устройства.

*В. И. Чернышев, Л. С. Стригалев*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ОБЪЕКТА

В решении задач оценки точности определения координат места объекта методы теории информации находят ограниченное применение. С методологической точки зрения информационный подход заслуживает бо́льшего внимания, поскольку сущность измерения именно и состоит в получении информации об измеряемых параметрах.

В докладе приводятся информационные характеристики точности определения места объекта при автономном, неавтономном и комплексном местоопределениях.

Информационные характеристики точности при автономном местоопределении получены в предположении, что ошибки измерений независимы и нормально распределены. Эта характеристики отражают влияние ошибок измерений на неопределенность местоположения объекта в целом, а также дают возможность оценивать влияние каждой ошибки в отдельности.

Информационные характеристики точности при неавтономном и комплексном местоопределении получены в рамках метода наименьшей квадратичной формы. Они позволяют оценить как в совокупности, так и в отдельности влияние параметров линий положения на неопределенность местоположения объекта. Возможность оценки «информационного вклада» каждой дополнительной линии положения позволяет выбирать наиболее эффективные из них.

*Л. Э. Коханский*

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО УЗКОПОЛОСНОМУ КАНАЛУ С ШУМОМ

Одна из основных задач систем автоматической передачи информации РЛС кругового обзора по узкополосным ка-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Л. Е. Варакин*

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ СИГНАЛОВ

1. При асинхронной передаче информации между многими абонентами, работающими в общей полосе частот, возникает задача обеспечить минимальный уровень взаимных помех. Так как во многих современных системах передачи информации отведенные полосы частот недостаточны для использования частотного разделения абонентов, то приходится применять кодовое разделение (разделение по форме сигналов).

2. Каждый сигнал, принадлежащий какой-либо системе сигналов, может быть представлен (точно или достаточно приближенно) комбинацией из конечного числа элементов. Свойства таких элементов могут быть различными в различных системах. Например, фазоманипулированные (ФМ) сигналы состоят из двух элементов-радиоимпульсов с начальными фазами 0 и 180°; многочастотные сигналы — из радиоимпульсов с различными частотами; частотно-модулированные сигналы можно представить с заданной точностью конечным числом гармоник и т. д. Если для образования системы сигналов используется $m$ элементов (основание системы), а каждый сигнал является какой-то комбинацией из $N$ таких элементов, то число различных сигналов равно $D=m^N$ и все вместе они образуют полный код (группу). Любая система, образованная из сигналов, принадлежащих данному полному коду, является его подгруппой. Если число сигналов в системе равно $L$, то чем ближе $L$ к $D$, тем ближе свойства такой системы к свойствам полного кода. Поэтому предельными свойствами системы сигналов являются свойства полного кода.

3. Были исследованы свойства двоичного полного кода ($m=2$), каждой кодовой последовательности которого соответствует определенный ФМ сигнал. В результате был определен ряд его характеристик. Оказалось, что: среднее значение всех корреляционных функций (КФ) $R_{\nu\mu}(n)$ равно 0 (усреднение производилось по всем кодовым последовательностям $\nu$ и $\mu$ и по времени в дискретных точках $n$); дисперсия

$$\sigma^2 = \frac{1}{2ND^2}\sum_{\nu=1}^{D}\sum_{\mu=1}^{D}\sum_{n=-(N-1)}^{N-1}|R_{\nu\mu}(h)|^2 = \frac{1}{2N},$$

а коэффициент эксцесса



$$\gamma = \frac{M_4}{\sigma^2} - 3 = 1 - \frac{4}{N} + \frac{2}{N^2}.$$

Следует отметить, что оценки для дисперсий взаимно-корреляционных функций (ВКФ) различных систем сигналов близки к значению дисперсии полного кода $\sigma^2 = {}^1/_2 N$. Это подчеркивает, что полученный результат действительно является предельным.

Относительно коэффициента эксцесса необходимо отметить, что при $N \gg 1$ он практически не зависит от $N$ и равен 1. Напомним, что для нормального закона распределения $\gamma=0$. Полученный результат показывает, что средняя функция распределения ВКФ отличается от нормального закона и имеет бóльшие значения в области бóльших значений аргумента. Расчеты коэффициента эксцесса различных систем сигналов показывают, что он может меняться в больших пределах, но для лучших систем (с минимальным коэффициентом эксцесса) он близок к 1. Например, для производных систем $\gamma \cong 0{,}64$, а для систем Уолша $\gamma \cong 4 \div 20$.

Таким образом, если при выборе больших систем сигналов окажется, что коэффициент эксцесса такой системы близок к 1, то такую систему можно рекомендовать для применения.

4. Показано, что средняя спектральная плотность мощности полного кода постоянна.

5. Любая система из $L$ ФМ сигналов с заданным $N$ является подгруппой или выборкой из полного кода. Показано, что среднее значение выборочного среднего дисперсии системы $L$ равно дисперсии полного кода, а отношение среднеквадратичного значения выборочного среднего дисперсии к его среднему значению равно $2/L$. Таким образом, с увеличением числа сигналов в системе разброс дисперсии системы уменьшается. Этот факт еще раз подчеркивает, что значение $\sigma^2 = {}^1/_2 N$ является предельным.

*А. А. Корбут, В. А. Чердынцев*

## ОДИН СПОСОБ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ С ИНВЕРСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Применение широкополосных шумоподобных сигналов для передачи информации является особенно актуальным в по-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

согласованного фильтра, принимающего смесь ортогональных на заданном интервале времени сигналов. Фильтр составлен из линейного фильтра, общего для всех сигналов, и фильтров, согласованных с отдельными составляющими на выходе общего фильтра.

*И. Х. Ризкин*

### МАШИННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Машинное исследование систем распадается на четыре стадии:

1) описание системы и его ввод в ЭВМ;
2) сбор и обработка априорной информации;
3) собственно машинный расчет;
4) обработка результатов и организация доступа к ним.

Вообще говоря, одна или несколько ЭВМ используются на всех этапах исследования.

Рассматриваются вопросы, относящиеся к первым трем стадиям исследования. Особое внимание уделено цифровым моделям нелинейных радиотехнических систем, методам поиска стационарных режимов, системам со случайными характеристиками.

*Д. В. Агеев, А. В. Зенькович*

### О ЧАСТОТЕ И АМПЛИТУДЕ Э.Д.С., ВЫЗЫВАЮЩЕЙ РЕЗОНАНС В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ С ПЕРЕМЕННОЙ НАСТРОЙКОЙ

Линейные системы с переменными параметрами и, в частности, контур с переменной настройкой находят все более широкое применение в радиотехнике; большое значение имеет использование их резонансных свойств. Известные из литературы результаты относятся к анализу резонансных явлений в системах с периодически меняющимися параметрами и синтезу линейных систем.

На основе введенного Л. И. Мандельштамом критерия резонанса задача определения э.д.с., вызывающей резонанс в колебательном контуре с переменной настройкой, т. е. задача определения внешней силы, вызывающей резонанс в линейной системе с переменными параметрами, решается для случая произвольного закона изменения параметра. Поскольку практически используемые колебания обычно характеризуются мгновенной частотой и амплитудой, решение находится в виде единого колебания с изменяющимися частотой и амплитудой. Из полученного решения следует вывод о неоднозначности функций, описывающих частоту и амплитуду резонансного колебания. Анализируются причины указанной неоднозначности, дается обобщенное определение понятия мгновенной частоты, учитывающее характер ее собственных колебаний, приводятся примеры.



*Л. Н. Белюстина, В. П. Пономаренко*

### ОБ ОБЛАСТИ ЗАХВАТА СОВМЕСТНОЙ СИСТЕМЫ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗАДЕРЖКОЙ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОГО РАДИОСИГНАЛА

Одним из вариантов оптимального устройства для определения параметров псевдослучайного радиосигнала является предложенная А. Н. Детиновым в 1968 г. совместная система фазовой автоподстройки частоты (ФАП) и слежения за задержкой (ССЗ) с управляемой линией задержки в цепи ССЗ. В этой системе оптимальный прием обеспечивается путем синхронизации опорного сигнала. При проектировании такой системы одним из главных является вопрос о том, какими нужно выбирать значения параметров системы, чтобы обеспечить в ней устойчивый режим синхронизма, т. е. реализовать оптимальные свойства системы.

В докладе рассматривается задача определения области эффективной устойчивой работы системы в случае использования в цепях управления интегрирующих фильтров нижних частот. В этом случае система синхронизации описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений третьего порядка в трехмерном цилиндрическом фазовом пространстве. Поставленная задача приводит к определению граничных значений параметров, определяющих в пространстве параметров область захвата, для которой имеет место устойчивость в целом в фазовом пространстве устойчивого состояния равновесия системы, соответствующего стационарному режиму синхронизма в системе слежения. Рассмотрены различные случаи соотношения постоянных времени фильтров. В случаях малой постоянной времени в одной из цепей управления исходная система уравнений приводится также к нелинейным, но двумерным системам. Изучение двумерных систем показало, что область захвата рассмат-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

риваемой системы в обоих случаях малых постоянных времени определяется, как и в отдельной ФАП, бифуркацией, связанной с образованием петли сепаратрис седла второго рода. С помощью ЭВМ в обоих случаях получены графики зависимости области захвата от параметров системы. В случае, когда постоянные времени фильтров не являются малыми, а принимают произвольные конечные значения, определение области захвата производилось путем приближенного построения с помощью ЭВМ точечного преобразования плоскости в плоскость и численного изучения неподвижных точек этого преобразования. При этом существенным образом используется информация, полученная при изучении двумерных систем в случаях малых постоянных времени. Просчитанные граничные значения параметров дают оценку области захвата трехмерной совместной системы ФАП и ССЗ и позволяют количественно оценить влияние постоянных времени фильтров на величину области захвата.

*В. Н. Белых*

### ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПОМЕХ НА СИСТЕМУ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЦЕПЬЮ УПРАВЛЕНИЯ

Нелинейная цепь управления в кольце ФАП используется в целях разрешения противоречия между требованиями большой полосы захвата и высокой фильтрующей способности системы и может быть реализована путем введения нелинейных фильтров или изменения структуры цепи управления.

Рассматривается воздействие различных детерминированных помех (аддитивных, паразитных и др.) на систему ФАП с нелинейной цепью управления. Рассматриваются случаи как малых, так и не малых помех.

Задача приводит к исследованию нелинейного неавтономного дифференциального уравнения второго порядка с коэффициентами, зависящими от характеристик нелинейных сопротивления и емкости в интегрирующем ФНЧ.

Исследование системы ФАП проводится с помощью изучения траекторий дифференциального уравнения в неавтономном фазовом пространстве и их физической интерпретации.

Установлено существование различных режимов работы системы ФАП: режимов захвата, биений и др. Выделяются условия, при которых происходит увеличение области захвата. Обсуждаются вопросы фильтрующей способности системы ФАП с нелинейной цепью управления.



*В. В. Быков*

### О РЕЖИМАХ РАБОТЫ АСТАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФАП С ФИЛЬТРОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Рассматриваются некоторые вопросы динамики астатической системы ФАП с фильтром второго порядка. Задача сводится к исследованию нелинейной системы дифференциальных уравнений третьего порядка с одной периодической координатой и четырехмерным пространством параметров.

Исследование проводится с помощью рассмотрения трехмерного фазового пространства методами качественной теории дифференциальных уравнений, теории уравнений с малым параметром при старшей производной и асимптотическими методами в случае быстроменяющейся фазы.

В результате проведенного исследования установлено, что при любых относительных начальных скоростях изменения частот стационарный режим не является устойчивым в целом. Однако, эффективная работа системы возможна для некоторой области параметров при условии, что начальные значения переменных принадлежат области, которая определяется расположением в фазовом пространстве неустойчивого предельного цикла II рода и его сепаратрисных поверхностей. Устанавливается также возможность существования предельных циклов I рода и устойчивого цикла II рода.

*С. Ю. Олейников, В. А. Жиронкин*

### ОЦЕНКА ДАЛЬНОСТИ СВЕТОЛОКАЦИОННЫМ СИГНАЛОМ

В предположении о пуассоновском характере статистики сигнального и помехового излучения рассматривается оптимальный алгоритм обработки светолокационного сигнала как исходное положение для решения вопроса о точности оценки дальности светолокационным сигналом.

*М. Ф. Лагутин, Я. В. Алишев, В. А. Стонога*

### ОПТИМАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ЛОКАТОРА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

В настоящее время уделяется значительное внимание исследованию квантовых радиосистем. Вопросам синтеза и на-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

щих равномерный шум квантования. В этих условиях шум квантования (при достаточно малом шаге квантования) не зависит от сигнала и может рассматриваться как аддитивная помеха.

При использовании кодера с неравномерной шкалой квантования (или, что то же самое, кодера с равномерной шкалой в сочетании с компрессором) определение состояния мощностей сигнал/шум квантования во многом усложняется. Общепринятый критерий оценки состоит в нахождении мощности шума квантования как функций сигнала с учетом его статистических свойств и нахождении соотношения сигнал/шум так же, как это делается применительно к аддитивной помехе. При этом используется формула вида

$$\frac{P_c}{P_ш} = \frac{\int u^2 p(u)\,du}{\int \Delta^2(u)\,p(u)\,du}$$

или аналогичные ей, где $P_c$ — мощность передаваемого сигнала; $P_ш$ — мощность шума квантования; $\Delta(u)$ — мгновенное значение напряжения шума квантования; $u$ — мгновенное значение напряжения сигнала; $p(u)$ — плотность распределения мгновенных значений напряжения сигнала.

В то же время такой подход к оценке шума квантования не всегда является правомерным, так как не отражает физической картины возникновения помехи, в частности не учитывается тот факт, что большие значения $\Delta(u)$ могут иметь место только для больших значений $u$.

Поэтому более правомерным было бы определение соотношения мощностей сигнал/шум квантования по формуле

$$\frac{P_c}{P_ш} = h = \int p(u)\frac{u^2}{\sigma^2_ш(u)}\,du,$$

где $\sigma^2_ш(u)$ — дисперсия шума квантования, полученная путем усреднения мгновенных значений напряжения шума в пределах одного шага квантования.

Анализ, проведенный с использованием обоих критериев, дает расхождение в оценке до 3 *дб* при экспоненциальном законе распределения мгновенных значений напряжений сигнала и логарифмическом законе компрессирования. Подобное расхождение является весьма существенным и требует пересмотра условий эффективной работы компандера.

Интересно отметить, что для весьма слабых сигналов, а также в случае отсутствия компандера оценки по обоим критериям совпадают.



*В. И. Куликова*

## О МИНИМИЗАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В ТРАНЗИСТОРАХ ДЛЯ АППАРАТУРЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

Современные транзисторные усилители, разрабатываемые для линейных трактов ВЧ систем передачи, должны удовлетворять весьма жестким требованиям в части нелинейных искажений. Для этих целей потребовалась разработка специальных транзисторов связи. Снижение их нелинейности может быть достигнуто путем соответствующего выбора конструктивных и электрических параметров. Поэтому актуальна задача определения оптимальных параметров транзистора в смысле получения наименьших нелинейных искажений усилителя.

Для решения этой задачи была установлена взаимосвязь между параметрами транзистора и величиной нелинейных искажений усилительного каскада. Были проанализированы свойства мощных ВЧ транзисторов, используемых в оконечных каскадах линейных усилителей многоканальной связи. В докладе предлагается методика расчета величин затуханий нелинейности от параметров транзистора, показывается принципиальная возможность выбора оптимальных параметров транзистора, даются практические рекомендации для проведения разработки новых мощных ВЧ транзисторов связи.

*Х. Шарифова, В. Н. Слащев*

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ШУМОВ НА РАЗБОРЧИВОСТЬ РЕЧИ

Проведены экспериментальные работы по определению влияния на разборчивость речи импульсных шумов, имеющих место в телефонном канале. В результате эксперимента получены следующие зависимости:

1. Зависимость разборчивости речи от различных параметров маскирующего импульсного шума.

2. Зависимость разности уровней импульсного шума и непрерывного белого шума, оказывающих одинаковое маскирующее влияние на разборчивость речи, от различных параметров импульсного шума.

Измерения разборчивости речи проводились тональным методом. Переменными параметрами импульсного шума были приняты частота следования, скважность и амплитуда импульсов.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

формации и некоторых ограничениях на сигналы, обеспечивают минимальные потери с учетом влияния различных искажений информации на процесс управления.

Рассматривается многолучевая система телесигнализации, реализованная на импульсно-мостовых элементах задержки с $n$-кратным повторением информационных сигналов.

Определен критерий оценки помехоустойчивости рассматриваемой системы телесигнализации. По выбранному критерию дана оценка помехоустойчивости системы.

Показано преимущество для аналогичных систем телесигнализации способа передачи информационных сигналов с повторением и последующим накоплением в приемном устройстве как фактора повышения помехоустойчивости.

Приводится зависимость числа циклов, необходимого для «накопления» заданной вероятности правильного обнаружения, от вероятности правильного приема в одном цикле и зависимость вероятности не менее $m$ правильных обнаружений в $n$ последовательных циклах от вероятности правильного приема в одном цикле.

*М. К. Цыбулин*

## АНАЛИЗ СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ В ЭХОЗАГРАДИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Использование эхозаградительных устройств в каналах связи большой протяженности позволяет значительно повысить качество телефонной передачи, так как при этом устраняется мешающее действие токов электрического эха. Эхозаградители представляют собой устройства, которые выключают обратное направление передачи (т. е. тракт передачи) на время присутствия сигнала в прямом направлении (т. е. тракте приема). Для управления обратным направлением передачи используется специальный сигнал. Формирование такого сигнала осуществляется с помощью блока логики, являющегося основной составной частью любого эхозаградителя.

В первых эхозаградителях, к которым предъявлялись не столь высокие технические требования, в качестве блока логики использовался обычный речевой детектор. Таким образом, сигнал управления формировался непосредственно из речевого сигнала тракта приема, причем время формирования находилось в обратной зависимости от амплитуды речевого сигнала. Такие эхозаградители могли бы обеспечить лишь один режим работы — режим «эхо», и имели малую чувствительность.



По мере роста требований к качеству телефонной передачи, повышаются технические требования, предъявляемые к эхозаградительным устройствам. Современный эхозаградитель — это сложное кибернетическое устройство, позволяющее обеспечить один из трех режимов работы: «эхо», «перебой» и «нейтрализация», и за малый промежуток времени сформировать сигнал управления. Блок логики такого эхозаградителя состоит из множества функциональных узлов (логарифмические усилители, анализаторы, фильтры, сумматоры и т. д.).

Для формирования управляющего сигнала в эхозаградительном устройстве могут быть использованы различные параметры речевого сигнала; это и амплитуда, и частота, и время. В современном эхозаградителе сигнал управления формируется в результате сравнения прямого и отраженного сигналов. Качество сравнения этих сигналов, а следовательно, и оценка режимов работы эхозаградителя будет тем выше и точнее, чем большее количество параметров информационных сигналов примет участие в сравнении. Немаловажным фактором является и время сравнения, так как оно обусловливает быстродействие перехода эхозаградителя из одного режима работы в другой, а это, в свою очередь, определяет величину остатков токов электрического эха и величину потерь полезной информации. Достаточно большие остатки токов электрического эха приводят к неустойчивой работе эхозаградителей и к снижению устойчивости телефонного канала. Потери полезной информации в режиме «перебоя» (ведение встречного разговора) снижает качество телефонной передачи.

Проводимый анализ схем формирования сигналов управления в эхозаградительных устройствах позволит дать качественную оценку рассматриваемых схем и выбрать наиболее оптимальный вариант из них.

В докладе анализируются схемы формирования сигналов управления отечественных и зарубежных эхозаградительных устройств, производится выбор оптимального варианта схемы и рассматривается возможность практической реализации ее. Кроме того, выбранный вариант схемы оценивается с точки зрения надежности и экономичности.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СОДЕРЖАНИЕ

*Секция теории информации*


В. И. Коржик
Кодирование в дисперсивных каналах связи . . . . . 3

Д. Д. Кловский, М. А. Кораблин, В. А. Сойфер
Оценки параметров дискретных моделей пространственно-временных каналов . . . . . 5

В. А. Геранин
Современное состояние спектральной теории нестационарных случайных процессов . . . . . 6

Б. Р. Левин, С. Д. Свет
Оптимальная оценка фототелеграфного сигнала в аддитивном флуктуационном шуме . . . . . 6

В. Г. Валеев
Методы оптимального приема сигналов, устойчивые к воздействию разнообразных помех . . . . . 7

В. М. Баронкин
Синтез асимптотически оптимального цифрового обнаружителя . . . . . 8

В. М. Баронкин
Асимптотически оптимальное квантование в некоторых задачах проверки гипотез при больших объемах выборок . . 8

А. М. Голосовский
Оценка параметров сигнала при неизвестном точном значении его частоты . . . . . 9

В. И. Некоркин, В. П. Пономаренко
К теории систем синхронизации псевдослучайных сигналов 9

Л. Л. Клюев, Э. М. Карпушкин, В. В. Каверович
Анализ метода и устройства поиска Д-последовательностей по задержке . . . . . 10

А. К. Битус, В. А. Овсянников
Об измерении моды случайных процессов . . . . . 11

Д. В. Ломакин
Реализация ранговых алгоритмов обнаружения, инвариантных ко времени прихода сигнала . . . . . 11

В. И. Битюцкий, П. Н. Сердюков
Об использовании марковской последовательности общего вида для нахождения вероятностных характеристик радиотехнических систем . . . . . 12

В. В. Шахгильдян, Б. П. Бурдзейко
К задаче синтеза двухканального обнаружителя квазидетерминированного сигнала на фоне негауссовых помех . . . 13




*Секция теории и техники передачи дискретных сигналов*


А. Н. Духовнер
Пути повышения эффективности систем связи дискретными сигналами . . . . . 15

А. И. Даниленко
О взаимном преобразовании случайных процессов . . . . 15

В. К. Мовчан
Методы извлечения информации о частоте и фазе из фазоманипулированного сигнала в условиях межсимвольной интерференции . . . . . 16

Л. М. Краснов, В. К. Маригодов
О применении метода оптимальных линейных предыскажений для повышения эффективности систем передачи информации . . . . . 17

Л. М. Краснов
К вопросу оптимизации переходных характеристик линейных предыскажающих устройств . . . . . 17

А. И. Фалько
Об оптимальном приеме сигналов в условиях воздействия совокупности сосредоточенных помех . . . . . 18

С. Р. Зиборов
Об автоматизации контроля фазо-частотных характеристик четырехполюсников . . . . . 19

Л. Н. Коновалов, Д. А. Опарин
Аномальные ошибки в системе ФАП . . . . . 19

В. И. Разумов
Оценка проигрыша помехоустойчивости пилотной системы связи с ШПС по отношению к потенциальной помехоустойчивости . . . . . 19

В. И. Разумов
Определение параметров сигнала на выходе канала с быстрыми замираниями . . . . . 20

В. И. Назаров
Помехоустойчивость селекции сигналов дискретной синхронизации . . . . . 21

В. А. Овсянников
Особенности применения функций Хаара в практике аппаратурного анализа характеристик помех . . . . . 22

Л. Г. Ситников
Вопросы оптимального построения сигнала вызова при ждущем приеме . . . . . 23

Д. В. Ломакин
Реализация критерия Вилкоксона для обнаружения прямоугольной последовательности видеоимпульсов на фоне негаусова шума . . . . . 23

М. П. Свиланс
Цифровое моделирование спектральных преобразований . . 24




Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Сдано в набор 3.III 1972 г. Подписано в печать 22.III 1972 г.
Т—01588. Объем 3,25 усл. п. л. Тираж 700 экз. Зак. 1114

Типография изд-ва «Советское радио»

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

UNCLASSIFIED

имени А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ
ИМЕНИ А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ СЛЕДУЮЩИХ СЕКЦИЙ:
**электронно-вычислительной техники, микроэлектроники, квантовой электроники и голографии, распространения радиоволн**

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*А. Я. Савельев*

### ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Рассматривая процесс обучения в структурном, функциональном и информационном аспектах, обучающую систему можно определить как особый вид управляющей системы, в которой объектом управления является студент, а само управление познавательной деятельностью осуществляется преподавателем посредством использования некоторых воздействий, заложенных в ЭВМ.

При таком подходе выделяются следующие направления использования ЭВМ в обучающих системах:

— применение ЭВМ непосредственно для обучения,
— применение ЭВМ для исследования учебного процесса,
— планирование учебного процесса с помощью ЭВМ,
— применение ЭВМ в организации и управлении учебным процессом.

Поскольку для того, чтобы управлять процессом обучения, прежде всего необходимо математически описать зависимость некоторых показателей процесса обучения (уровень знаний, качество и т. п.) с параметрами, характеризующими учебную информацию (схема размещения, количество разъяснений и т. п.), то рассмотрены вопросы формального описания содержания учебных дисциплин и оценки качества усвоения знаний. При этом управление процессом обучения описывается некоторой траекторией на графе учебной информации, а при оптимальном управлении на указанной траектории достигается максимальное значение выбранного критерия, имеющего смысл скорости приращения «знаний» студента.

Эффективность обучающей системы во многом определяется возможностями устройств взаимодействия студента с ЭВМ. Под устройствами взаимодействия понимается комплекс аппаратуры и средств математического обеспечения, посредством которых осуществляется обмен информацией между студентом и машиной.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В работе рассматривается способ рукописного ввода данных в ЭВМ с использованием специального трафарета, ограничивающего поле изображения.

При незначительной стилизации алфавита применение трафарета позволяет существенно уменьшить количество элементов поля изображения и сократить алгоритм распознавания символов ЭВМ. Так, для написания букв русского и латинского алфавита, цифр и математических знаков подобрана форма трафарета, при которой требуется всего 16 датчиков на поле изображения.

При этом способе записи алгоритм распознавания символов ЭВМ может быть сведен к операции последовательного сравнения кода введенного символа с кодами «обязательных единиц» и «обязательных нулей» алфавитного словаря.

Необходимые навыки написания символов по трафарету легко приобретаются при работе на обучающем комплексе.

*В. А. Бабицкий, Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. Н. Новиков, А. В. Орлов*

### ОБ ОДНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ ЭВМ «МИНСК-2»

В БГУ им. В. И. Ленина разработана и внедряется в учебный процесс многопультовая вычислительная и обучающая система на базе ЭВМ «Минск-2». В качестве терминалов используются телетайпы СТА-2М или РТА-60. Реализованные системные программы позволяют обеспечить гибкую связь обучаемого с машиной. Набор системных программ обучающей системы обеспечивает нормальное функционирование системы, сбор статистических данных (коэффициента усвоения, временных показателей таймера и др.). Обучающая система использовалась для обучения алгоритмическому языку Автокод «Инженер». В первоначальных вариантах программ анализ ответов проводился с использованием эталонов. К настоящему времени разработан блок синтаксического контроля, основанный на представлении синтаксиса языка в виде таблиц переходов конечного автомата.

*Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. В. Новиков, А. В. Орлов, О. М. Тихоненко*

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА»

В БГУ им. В. И. Ленина при изучении курса «Математическая логика» по разделу «Алгебра высказываний» проводятся практические занятия по темам:



1. Логические операции.
2. Равносильность формул.
3. Проблема разрешимости.
4. Представления булевых функций формулами.
5. Функциональная полнота системы булевых функций.
6. Минимизация всюду определенных булевых функций.
7. Минимизация частичных функций.

При этом роль репетитора и экзаменатора (по письменным заданиям) может выполнять ЭВМ. Для этого разработана (по пп. 1, 2, 4, 5) и продолжает разрабатываться система программ, позволяющих контролировать (с элементами обучения) правильность свободно конструируемых ответов обучаемых. Конкретные задачи, которые ЭВМ задает обучаемому, генерируются с помощью датчика случайных чисел.

*В. И. Карпов*

### ОБ ОПЫТЕ СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВУЗОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЦВМ

Задача составления учебных планов вузов рассматривается в следующей постановке. Известен перечень учебных дисциплин. Каждая учебная дисциплина состоит из некоторых разделов. На изучение каждого раздела отводится заданное число часов занятий. Для любых двух разделов установлен факт использования сведений из одного раздела в другом и установлено некоторое число, отражающее важность этой связи. Требуется определить календарные времена начала и окончания изучения каждого раздела при единице календарного времени в одну учебную неделю. Указанные календарные времена полностью определяют план в рассматриваемой постановке.

Под допустимым учебным планом в работе подразумевается учебный план, удовлетворяющий следующим ограничениям: обучение в вузе должно быть закончено в заданный срок; учебная нагрузка на каждой учебной неделе не должна превышать ресурса времени студента; число учебных дисциплин в каждом семестре не должно превышать заданного; любой раздел учебной дисциплины должен изучаться в каком-нибудь одном семестре; число часов, отводимых на изучение любой учебной дисциплины в течение любой учебной недели, должно быть постоянным внутри семестра и находиться в заданных границах; связи между всеми разделами



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

учебных дисциплин должны быть согласованы во времени; распределение учебных дисциплин по семестрам не должно превышать допустимую перегрузку кафедр по учебной работе в течение учебного года; учебные дисциплины, изучаемые более, чем в одном семестре, должны быть распределены по семестрам «непрерывно».

Под оптимальным учебным планом подразумевается допустимый учебный план, у которого минимальны суммарные временные разрывы между связанными по содержанию разделами учебных дисциплин.

Для решения поставленной задачи разработана система алгоритмов, позволяющая автоматизировать процесс составления учебных планов. Указанная система использовалась для отработки учебных планов машиностроительных и приборостроительных специальностей МВТУ им. Баумана.

*Ф. Е. Темников*

## РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛОЙ

В связи с разработкой автоматизированной системы управления высшей школой (АСУ ВШ) проводится большая работа по изучению и моделированию системы высшей школы. Найдены, в частности, новые языки описания, конструктивные оценки, изоморфные модели и структурные уравнения, обеспечивающие целостный (системный) подход к решению задачи создания АСУ.

Сложность этой задачи раскрылась в полной мере только при практическом ее решении. Признавая важную роль электронной вычислительной, коммутационной и отображающей техники, необходимо поднять всю сумму сложных организационных, социологических и психологических проблем. Вследствие этого модели удаляются от прежних примитивных форм и определяют новые требования к системе управления высшей школой.

В настоящем сообщении показываются некоторые новые подходы к моделированию, разрабатываемые в Проблемной лаборатории автоматизированных информационных систем высшей школы (ПЛ АИС ВШ) Московского энергетического института, в частности:

— центроморфные преобразования;
— иерархические кросс-, латер- и инверс-структуры;
— полярные графы;
— пирамидальные и конусные модели;



— графические, сигнатурные и диаграммные языки описания;
— модели оценок и решений.

*В. Н. Четвериков, Э. Н. Самохвалов*

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В ВУЗЕ С ПОМОЩЬЮ АСУ

Чтобы обоснованно оценивать деятельность учебных и научных подразделений вуза — ход учебного процесса по отдельным дисциплинам, группам, кафедрам, факультетам, выполнение научно-исследовательских работ на кафедрах вуза, необходимо накапливать, оперативно обрабатывать и хранить большой объем различной информации.

Для решения этих задач в МВТУ им. Баумана разрабатывается автоматизированная система управления, основой которой является информационный центр, оснащенный электронными вычислительными и счетно-информационными машинами, устройствами выдачи, размножения и отображения информации. Центр связан с учебными, кадровыми, научными, финансовыми, хозяйственными и другими подразделениями вуза.

В докладе рассматриваются общие вопросы проектирования АСУ в вузе: исследование существующей системы обработки информации, выбор технических средств, обоснование схемы автоматизированного документооборота, организация информационных массивов, а также практические результаты по созданию комплексов системы — учебного научного, финансового, хозяйственного, обработки научно-технической информации.

Одновременно с выдачей всех необходимых оперативных сводок разработаны алгоритмы анализа деятельности подразделений вуза и прогнозирования основных показателей.

Методами дисперсионного анализа проведено исследование влияния на результаты сдачи вступительных экзаменов абитуриентами и успеваемость студентов таких факторов, как пол, возраст, материальное положение и др.

Методами корреляционного анализа исследовалась связь оценок абитуриентов в аттестатах и на вступительных экзаменах, связь показателей текущей (семестровой) и экзаменационной успеваемости студентов, связь показателей, характеризующих НИР.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Стандартное математическое обеспечение ЦВМ включает системы символического кодирования, интерпретирующие системы экономического характера и систему автоматической обработки данных на базе языка КОБОЛ. Оно используется для разработки рабочего математического обеспечения АСУ с целью автоматизации программирования и ускорения создания и внедрения АСУ.

*В. П. Власов*

**СИСТЕМА ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ ВУЗОВСКИХ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Система программ предназначена для автоматизации составления семестровых вузовских расписаний с помощью ЭЦВМ. Система состоит из четырех основных взаимосвязанных программ и трех вспомогательных обслуживающих программ. Общий объем системы — около 4 тыс. команд. При эксплуатации системы все основные программы хранятся на магнитной ленте, и каждая программа, отработав, автоматически вызывает в МОЗУ следующую программу, считывая ее с магнитной ленты.

Составление расписания машиной осуществляется разработанным методом пошагового конструирования решения с использованием решающих правил, основанных на вычислении функций предпочтения. Согласно этим правилам, исходя из значений функций предпочтения, на каждом шаге из всего множества еще неназначенных учебных занятий выбирается наиболее предпочтительное для назначения учебное занятие, а само его назначение производится в наиболее предпочтительное время и учебном помещении. На каждом шаге в процессе построения решения осуществляется проверка выполнения ряда условий, необходимых для существования расписания, и в случае их нарушения автоматически производится анализ соответствующих ограничений, относящихся к нарушенному условию, и достигается восстановление его выполнения путем допустимого ослабления определенных ограничений.

Данная система прошла многократную апробацию на решении задач составления реальных вузовских расписаний. Получение семестрового расписания для вуза средних размеров занимает несколько часов машинного счета. Составленное расписание выводится из ЭЦВМ в форме, пригодной для непосредственного практического использования, и в заданном количестве экземпляров.



*И. Б. Моргунов*

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ЭВМ**

1. Разработка модели планирования учебного процесса в ВУЗе.

Рассматриваются вопросы, связанные с возможностью формализации отдельных элементов учебного процесса (учебные планы, программы) и представления их составляющих в виде модели сетевого графика.

2. Анализ и исследование модели учебного процесса (планы, программы) с помощью ЭВМ.

Рассматриваются вопросы, связанные с разными преобразованиями графа, приведением его к каноническому виду.

3. Разработка и оптимизация количественных оценок учебного процесса.

Рассматриваются вопросы, связанные с экспертными количественными оценками профессорско-преподавательским составом ВУЗов и представителями промышленности и производства учебных программ, и обработка их на ЭВМ.

4. Возможные подходы к оптимальному составлению учебных планов с использованием ЭВМ.

Рассматриваются вопросы оптимального составления учебных планов и программ с предложением возможных критериев оптимизации и возможность осуществления этого процесса на ЭВМ.

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

данной схеме; $\psi_c(j\omega)$ — напряжение ветви присоединенной схемы, соответствующей емкостной ветви заданной схемы.

Так как компоненты чувствительности определяются только напряжениями и токами ветвей, а не величинами самих элементов, то можно вычислить чувствительности функции схемы для несуществующих элементов. Положительная чувствительность будет указывать на необходимость дополнения заданной цепи («вырастание» элемента). Таким образом, метод позволяет наряду с оптимизацией активных и пассивных элементов осуществлять синтез схем.

Метод определения чувствительности с использованием присоединенной схемы может быть эффективно применен для расчета градиентов при оптимизации схем итеративными методами, которые требуют определения составляющих градиента рабочей функции цепи относительно всех проектируемых параметров. При определении составляющих градиента необходимо проводить только два анализа схемы на каждом шаге оптимизации независимо от числа проектируемых компонентов.

*Е. И. Гальперин, Л. Э. Деегтярь, Л. М. Зафрина, З. И. Зеликовский, Л. И. Липкович, Э. С. Браилов*

## АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ НА *RC*-СТРУКТУРАХ ИЗ КОАКСИАЛЬНОГО МИКРОПРОВОДА

Основой для построения *RC*-структур является коаксиальный микропровод (КМП), представляющий собой литой микропровод в стеклянной изоляции с металлизированной поверхностью. Основными параметрами КМП являются погонное сопротивление и емкость *C* между жилой и металлизированной поверхностью. У реальных КМП в зависимости от материала и диаметра жилы (1—20 *мкм)* (медь, манганин и т. д.) *r* находится в пределах 200 *ом/м*—200 *ком/м, с* в пределах (200—600) *пф/м*.

Длина отрезков КМП достигает 3—5 тыс. *м*. Отрезок КМП представляет собой длинную *RC*-линию и в зависимости от схемы включения может выполнять функцию пассивных фильтров нижних, верхних частот и режекторных. Активные фильтры образуются включением КМП-структур в цепь обратной связи усилителей. Основным преимуществом таких фильтров по сравнению с аналогичными на *R* и *C* элементах является их технологичность, связанная с возможностью изготовления КМП-структур с большой точностью,



стабильностью и малыми габаритами в диапазоне низких и инфранизких частот вплоть до долей герца.

Малые диаметры обусловливают высокие значения сопротивления структур и требуют высокоомных нагрузок.

Достигнутые успехи в области полевых транзисторов и операционных усилителей, позволяют создать активные фильтры на основе КМП-структур с высокой стабильностью.

На основе трех операционных усилителей с высоким входным сопротивлением с отрицательной обратной связью, образованной КПМ-структурой, создана унифицированная схема высокостабильных третьоктавных активных фильтров на частоты от 1 до 10 000 *гц*.

В настоящее время ведутся работы в области синтеза различных типов активных фильтров на КМП-структурах.

*В. П. Стыцько, З. А. Аббясов*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ НЧ ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ГИРАТОРОВ

Одним из перспективных методов реализации интегральных фильтров является построение аналогов *LC*-цепей с помощью гираторов и емкостей.

Предлагается следующая методика проектирования гибридных низкочастотных фильтров на основе гираторов.

1. Исходя из диапазона частот, для которого разрабатывается серия фильтров на основе одинаковых гираторов, а также из технологических ограничений по максимальным величинам емкостей, рассчитывается основной параметр — проводимость гирации.

2. Исходя из максимальной величины добротности индуктивности гиратора, необходимой для серии фильтров, рассчитываются величины входной и выходной проводимостей гиратора.

3. Выбираются типы полузвеньев, представляющие собой усилители постоянного тока, параллельно-встречное включение которых образует гиратор. Учитываются требования к собственным шумам гиратора, к температурной стабильности его параметров.

4. Производится электрический расчет элементов схем полузвеньев, исходя из вычисленных ранее *Y*-параметров гиратора. Предлагаются формулы для расчета параметров типовых полузвеньев.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

повторителями (интегральные логические схемы с объединенными эмиттерами). Для создания генераторов импульсов с такими нуль-органами необходим *RC*-мост, в одну диагональ которого включены входы дифференциального каскада, а в другую — выходы эмиттерных повторителей. Конденсаторы *RC*-моста выбирались из конденсаторной сборки. Сопротивления в противоположных плечах выбирались дискретные различных типов и в том числе микропроволочные, отличающиеся высокой термостабильностью порядка $5 \cdot 10^{-5}$. Необходимым условием исключения влияния на частоту генерируемых импульсов нуль-органа является использование НО с высоким и термостабильным входным сопротивлением. Этому условию более точно удовлетворяют дифференциальные каскады на МОП-транзисторах, особенно с изолированным затвором, входное сопротивление которых увеличивается с с ростом температуры, т. е. не шунтирует *RC*-мост.

Для таких схем:

1. Получены аналитические выражения для напряжений на элементах моста в переходном режиме, для длительностей импульсов и периода их повторения.

2. Найдены выражения для оптимального выбора параметров по критерию максимальной стабильности частоты и амплитуды генерируемых импульсов.

3. Исследованы возможности создания генераторов линейно изменяющегося напряжения путем замены сопротивлений в плечах моста токостабилизирующими двухполюсниками.

4. Разработана методика инженерного расчета генераторов прямоугольных импульсов и линейно изменяющегося напряжения.

5. Проведены экспериментальные исследования этого класса схем в диапазоне температур от —10 до +50° С и при изменении напряжения питания в различных диапазонах: ±30%, ±60%.

Результаты расчета указанных схем удовлетворительно согласуются с экспериментом.

*В. Н. Дулин, М. В. Матосов*

### ВНУТРЕННИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕМНИЕВОГО ДИОДА

Излагаются результаты зондовых исследований распределений потенциала и поля в объеме кремниевых диффузионных диодов. С помощью этих результатов удалось представить вольтамперную характеристику диода рядом внутренних компонентов, в виде зависимостей падения потенциала в различных частях диода от тока.

Полученные данные удалось интерпретировать с помощью электростатической модели *p-n* перехода, первые представления о которой были изложены в работах Б. И. Давыдова и А. И. Губанова.



*В. П. Тарасов*

### ИНТЕГРИРУЕМЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ФИЛЬТР ВЫСОКОЙ ДОБРОТНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ

Рассматриваются вопросы интегральной реализации полосового избирательного фильтра сверхвысокой добротности и стабильности. На основании исследования структурных схем анализируется зависимость между добротностью и динамическим диапазоном фильтра, возникающая в случае интегрального изготовления такого устройства на единой подложке. Предлагаются принципиальные схемы на биополярных транзисторах основных узлов системы, приводятся результаты теоретического анализа схем и их экспериментального исследования. Предлагается гибридный вариант фильтра с двумя выносными конденсаторами, осуществляющими гальваническое разделение узлов в каналах устройства.

Приводятся результаты экспериментального испытания макета фильтра на 50 интегральных транзисторных парах с динамическим диапазоном 60 *дб* в области температур —50° С ÷ +100° С и добротностью свыше $10^6$ на частоте 100 *кгц*.

*А. А. Лебедев, В. И. Диденко, А. Г. Алексеенко*

### ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ КОМПАРАТОРЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Анализируются основные характеристики интегральных сравнивающих устройств-компараторов и показываются возможности создания компараторов на базе серийно выпускаемых широкополосных монолитных операционных усилителей (ОУ). Для ОУ типа 1УТ401 приводятся параметры и характеристики, полученные экспериментально, не имеющиеся в справочных листах изготовителя, но важные для



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

обеспечения работоспособности интегральных компараторов. Отмечается, что ряд параметров (входные токи, допустимый диапазон входных напряжений, дрейфовые показатели, коэффициент подавления синфазных сигналов и др.) не отвечают требованиям, предъявленным к современным компараторам и диктуют необходимость использования дополнительных цепей (в частности, интегральных матриц).

Предлагается схема чувствительного компаратора на базе ОУ типа 1УТ401 и интегральных матриц типа К1НТ591. Показываются схемотехнические пути улучшения характеристик компараторов, приводится расчет, проверенный экспериментально. Спроектированная схема имеет параметры, соответствующие современному уровню схемотехники монолитных ИС компараторов, выпускаемых рядом зарубежных фирм.

*М. А. Ожогин, В. М. Худыкина*

### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ КАСКАДЫ НА МОП-ТРАНЗИСТОРАХ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Дифференциальный каскад (ДК) является основой интегральных усилителей постоянного тока, прежде всего — операционных усилителей. Наибольшее развитие получили ДК на биполярных транзисторах. Однако наблюдается большой интерес к использованию в операционных усилителях (и усилителях постоянного тока вообще) транзисторов типа МДП (или МОП), по крайней мере во входных каскадах. Это объясняется огромным входным сопротивлением МДП-транзисторов, меньшими шумами при высоких сопротивлениях датчиков и некоторыми другими, в том числе технологическими факторами. Поэтому разработку и исследование ДК на МДП-транзисторах следует считать одним из перспективных направлений в области аналоговых интегральных схем.

В докладе рассматриваются принципиальные схемы, топология и параметры интегральных ДК, разработанных и изготовленных в проблемной лаборатории кафедры микроэлектроники МИФИ. Рассматриваемые ДК относятся к классу безрезисторных, т. е. МОП-транзисторы в них используются не только в качестве активных элементов, но и в качестве нагрузочных резисторов и в качестве токостабилизирующих элементов. Тем самым обеспечивается единство технологии при интегральном исполнении ДК. Первые, опытные экземпляры ДК имеют следующие параметры: входное сопротивление более $10^{13}$ *ом;* коэффициент усиления 7—8; коэффициент подавления синфазной составляющей 70—80 *дб;* разбаланс по входу 15—75 *мв;* температурный коэффициент разбаланса 40—70 *мкв*/°С. Напряжение питания составляет ±20 *в,* рабочий ток 0,1 *ма,* потребляемая мощность около 4 *мвт.*

Результаты теоретического анализа позволяют ожидать дальнейшего улучшения параметров. Опыт разработок позволяет также наметить технологические пути усовершенствования ДК на МОП-транзисторах.



*Е. М. Онищенко, В. С. Першенков*

### ИНТЕГРАЛЬНАЯ ТИРИСТОРНО-ТРАНЗИСТОРНАЯ СУБСИСТЕМА ПАМЯТИ

Разработка и исследование запоминающих ячеек на основе микромощных продольных тиристоров, проведенные за последние 3 года, показали возможность построения на их основе интегральных субсистем хранения дискретной информации с потребляемой мощностью менее 1 *мвт/бит* и временем выборки порядка 100 *нсек.* Анализ запоминающих схем на основе несимметричных и симметричных тиристорных триггеров показал, что последние обеспечивают лучшие технические показатели. Кроме того, технология симметричных тиристорных триггеров проще по сравнению с технологией несимметричных, так как снимаются жесткие ограничения, связанные со стабилизацией тока выключения тиристоров. Расчет и экспериментальные исследования разработанной тиристорной субсистемы памяти на 16 *бит* показали, что субсистема имеет время выборки менее 100 *нсек* при рассеиваемой мощности менее 0,5 *мвт/бит* (с учетом потребления в управляющих схемах). Субсистема полностью согласуется по входам и выходам со стандартными логическими интегральными схемами ТТЛ и ДТЛ типов. В докладе рассматриваются также вопросы организации оперативных запоминающих устройств на основе разработанных субсистем и перспективы усовершенствования последних.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Значительными преимуществами по сравнению с обычными инжекционными лазерами обладают лазеры с многослойной структурой активной области. Показаны перспективы получения узких пучков излучения при использовании разнообразных многослойных структур. Путем создания условий для оптического взаимодействия излучения в структуре с небольшим числом близкорасположенных слоев удалось сузить диаграмму направленности в плоскости, перпендикулярной к слоям, с 18° до 2°.

*А. Л. Миаэлян, В. В. Дьяченко*

**ОПТИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ «ВОЛНОВОДНОГО ТИПА»**

Рассматриваются оптические резонаторы, в которых используются типы колебаний, аналогичные волноводным. Приводятся простейшие варианты данных резонаторов и их классификация по числу отражений от боковых граней и знаку угла, под которым падает луч на торец. Предлагаются способы выделения отдельных типов колебаний. Исследуются свойства таких резонаторов. Наиболее интересными для применений являются типы колебаний, для которых лучи после прохождения образца не меняют направления.

Такие резонаторы не чувствительны к неоднородностям, связанным с неравномерной накачкой по сечению образца, и к термическим искажениям. В подобных резонаторах отсутствуют эффекты тепловой линзы, двойного лучепреломления, вращения плоскости поляризации и самофокусировки излучения.

Эти особенности волноводных резонаторов позволяют сохранять высокую когерентность излучения при больших превышениях над порогом, а при использовании зеркал, соответствующих нестабильной конфигурации,— одномодовый режим. Эксперименты подтверждают указанные особенности волноводных резонаторов. В работе приводятся результаты исследования ОКГ на кристалле ИАГ, который работал при 100-кратном превышении над порогом. Результаты фотометрирования показывают, что в случае волноводного резонатора расходимость уменьшается в 5 раз по сравнению со случаем обычного резонатора и близка к дифракционному пределу.

Это указывает на то, что волноводные резонаторы имеют высокие селективные свойства даже с обычными плоскими зеркалами.



*Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, Т. А. Костинская, В. Н. Фаворин, В. И. Богатырев*

**СКАНИРУЮЩИЙ ЛАЗЕР НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ**

Создан отпаянный полупроводниковый квантовый генератор на основе арсенида галлия с перемещающимся центром излучения. Сканирование осуществляется отклонением возбуждающего электронного луча по поверхности полупроводника. Параметры прибора: мощность излучения в импульсе 10 *вт* при $T=77°$ К, частота модуляции 40 *кгц*, число излучающих элементов до 50, длина волны излучения 0,83—0,84 *мкм*.

*Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, В. Н. Фаворин, М. А. Баталина, Е. В. Бибиков, А. Н. Власов, С. С. Демидов*

**НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛОГАБАРИТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРА С ЭЛЕКТРОННЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ**

Малогабаритная электроннолучевая трубка с мишенью в виде оптического резонатора из монокристалла полупроводника и электроннолучевой пушкой типа пушки Пирса является оптическим квантовым генератором нового типа и обеспечивает генерацию когерентного излучения мощностью в несколько киловатт.

Устройство многоэлементной мишени определяет основные параметры трубки: мощность излучения, направленность, когерентность. Существенное значение имеют характеристики источника электронов, плотность электронного пучка и его энергия.

Приведены основные характеристики прибора.

*Н. И. Доссон, В. В. Никитин, В. Д. Самойлов, А. И. Фример*

**ОПТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ КОГЕРЕНТНОГО СВЕТА**

Обсуждаются условия генерации импульсов тока и когерентного света в схеме с германиевым лавинным СВЧ фото-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*А. М. Балбашов, В. Н. Шагеданов, А. А. Шимко*

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРТОФЕРРИТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРАНСПАРАНТОВ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПАМЯТИ

Для создания быстродействующего запоминающего устройства большой емкости в настоящее время принята система записи информации в виде голограммы заранее сформированных страниц информации. Страница (транспарант) содержит ограниченное число бит ($10^3$—$10^4$) и для оперативной памяти должна управляться электрическими импульсами ЦВМ. В качестве транспаранта были предложены различные системы, из которых наибольшее распространение сейчас получили ЛАТРИЦЫ, в которых роль светового клапана выполняют жидкие кристаллы.

В работе предлагается использовать в качестве транспаранта тонкие пластины ортоферритов, на которых информация записывается в виде определенным образом расположенных цилиндрических доменов. Такие транспаранты обладают высокой частотой цикла записи — стирания.

Экспериментально исследовалась контрастность транспаранта при длине волны света 0,63 *мкм* и возможность получения голограмм доменной структуры намагниченного и ненамагниченного ортоферрита. Оценено качество восстановленного изображения.

*В. А. Дьяков, И. В. Щукин, Ю. А. Александров, А. О. Бакрунов, Е. П. Лясников*

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Для современной медицины и биологии чрезвычайно важной является проблема облегчения визуального анализа изображений медико-биологических объектов и его автоматизация. Успехи лазерной техники делают актуальной оценку возможностей применения лазеров и методов когерентной оптики для целей анализа изображений медико-биологических объектов. Лазеры и методы когерентной оптики могут найти применение в различных системах анализа (в том числе автоматического) изображений.

Основные из этих систем анализа следующие:



1. Приборы для визуального или автоматического анализа медико-биологических объектов, в которых вместо некогерентного источника освещения используется лазер.

2. Приборы для визуального анализа медико-биологических объектов с более широкими возможностями для наблюдения; примерами приборов такого типа могут служить лазерный голографический микроскоп и микроскоп с оптическим фильтром, в том числе и согласованным, для облегчения визуального обнаружения или различения каких-либо объектов.

3. Автоматические системы анализа, использующие методы когерентной оптики и электронные, например телевизионные, методы обработки изображений на выходе схемы оптической фильтрации.

Рассматриваются возможности перечисленных систем анализа изображений. Приводятся результаты экспериментальных исследований по согласованной фильтрации изображений хромосом и по прибору для автоматизации хромосомного анализа, основанного на методах оптической фильтрации.

*И. С. Стромилов, В. К. Козлова*

## ПОВЫШЕНИЕ ДИФРАКЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОЛОГРАММ ТРАНСПАРАНТА С ПОМОЩЬЮ СЛУЧАЙНОЙ ФАЗОВОЙ МАСКИ

В настоящее время запись информации с высокой плотностью на фотоматериалы осуществляется с помощью оптических схем, в которых на голограмме фиксируется пространственная спектральная плотность записываемого распределения поля. Так как из технических соображений последнее представляет собой правильную пространственную решетку, то распределение поля в плоскости голограммы состоит из отдельных острых интенсивных пиков. Дифракционная эффективность таких голограмм оказывается незначительной вследствие того, что при считывании используется малая по площади часть считывающего пучка: работают только участки голограммы, на которых записаны пики интенсивности.

Существует несколько способов увеличения равномерности освещения голограммы при записи:

1. Смещение фотопластинки из фурье-плоскости.

2. Применение фазовой решетки, состоящей из случайным образом расположенных сдвигающих фазу на $\pi$ элементов.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

3. Применение правильной фазовой решетки со сдвигающими фазу элементами, расположенными в шахматном порядке.

4. Применение случайной фазовой решетки, полученной, например, напылением прозрачного материала на подложку через несколько произвольных правильных решеток.

Все перечисленные методы примерно равноценны по эффективности. По литературным данным они дают возможность увеличить дифракционную эффективность голограммы диаметром 1—2 *мм* до 10—12% при отношении сигнал/шум примерно 10—20 *дб* в случае записи порядка $10^4$ единиц информации (бит) на одну голограмму. Однако у каждого из них есть свои недостатки, например: первый способ нуждается в качественной оптике, свободной от сферической аберрации, второй и третий способы требуют точной настройки (совмещения) фазовой и амплитудной масок, а кроме того, второй способ — подбора масок в каждом конкретном случае. У четвертого способа есть, пожалуй, один недостаток — сложность изготовления случайной фазовой маски.

Предлагается более простой способ изготовления фазовой случайной маски: ее получают отбеливанием фотопластины, на которой предварительно записано распределение интенсивности рассеянного диффузным объектом поля. Пространственный спектр световой волны, прошедшей через такую маску, как показывает расчет и эксперимент, ограничен и относительно равномерен. Варьированием геометрии съемки можно добиться оптимального вида спектра.

Были проведены эксперименты по записи $10^4$ *бит* на голограмму с эффективной площадью $S=0{,}5\div1$ *мм*$^2$. При оптимальных отношениях интенсивности сигнального и опорного лучей и диаметре опорного луча получены голограммы, имеющие дифракционную эффективность 18—21% при отношении сигнал/шум приблизительно 10 *дб*.

*Н. А. Костров*

## ГОЛОГРАММЫ НА ФОТОХРОМНЫХ МАТЕРИАЛАХ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЗАПИСИ

Доклад посвящен исследованию свойств голограмм на фотохромных материалах (ФХМ). Рассмотрено восстановление плоской волны с трехмерной голограммы при линейном и нелинейном режимах записи. Восстановление ведется под углом Брэгга. ФХМ предварительно затемняется УФ излучением, а при записи и восстановлении отбеливается лазерным лучом.

В работе теоретически исследовано распределение коэффициента поглощения по объему ФХМ при записи интерференции двух плоских волн в случае симметричного их падения. Для определения амплитуды восстановленной волны выведены и решены уравнения связанных волн с учетом нелинейности записи и неравномерного распределения поглощения по толщине ФХМ. Решение этих уравнений представляет собой суперпозицию двух плоских волн, удовлетворяющих условию Брэгга.

Полученное выражение для дифракционной эффективности имеет вид:

$$S^2 = e^{\frac{\varphi_0}{c}} \operatorname{sh}^2\left(\frac{\varphi_1}{2c}\right) = \frac{1}{2}\, e^{\frac{\varphi_0}{c}}\left(\operatorname{ch}\frac{\varphi_1}{c} - 1\right), \qquad (1)$$

где

$$\varphi_0(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^z\int_0^\pi x(K_{x1}z)\, d(K_x)\, dz;$$

$$\varphi_1(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^z\int_0^\pi x(Kx,z)\cos Kx\, d(Kx)\, dz;$$

$c=\cos\theta$; $2\theta$ — угол между сигнальным и опорным лучом; $X(K_x\ z)$ — периодическое по $x$ распределение коэффициента поглощения; $K$ — волновое число решетки.

Для линейной записи ($M \ll 1$) можно аналитически получить значения $\varphi_0$ и $\varphi_1$. Тогда для $z=d$ эффективность

$$S^2 = \frac{1}{2}\, T^{1/c}\left\{\operatorname{ch}\left[\frac{E_j M}{4c}(1-T)\right] - 1\right\}, \qquad (2)$$

где $T = \dfrac{\tau_0\, e^{E_0}}{1-\tau_0+\tau_0\, e^{E_0}}$ — пропускание по интенсивности; $E_0 = E_j - E_b$ — суммарная экспозиция при записи и восстановлении; $\tau_0 = e^{-x_0 d}$ — начальное пропускание; $d$ — толщина голограммы; $M = \dfrac{2\sqrt{J_R J_s}}{J_R + J_s}$ — коэффициент модуляции; $I_R$; $J_S$ — интенсивности опорного и сигнального лучей.







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

$K = \frac{2\pi}{\lambda}$; $\lambda$ — длина волны в свободном пространстве; $\varepsilon$ $\mu$ — соответственно диэлектрическая и магнитная проницаемость участков радиальной линии; $H_1^{(1,2)}$ — функции Ганкеля; $r_0$ и $r_1$ — радиусы, соответствующие начальной и конечной точкам пересчета.

На этой основе получены уравнения циркуляции и эквивалентная схема волноводных $H$-плоскостных $Y$-циркуляторов с диэлектрическим трансформатором (втулка), которая имеет аналогию с эквивалентной схемой полосковых $Y$-циркуляторов, включая резонаторное представление ферритового элемента.

Частотные характеристики конкретных устройств, рассчитанные предлагаемым методом, близко совпадают с результатами эксперимента и с результатами электродинамического анализа, выполненного А. К. Столяровым и И. П. Тюковым.

*И. Н. Мухтаров, В. Т. Ниловский*

### РАСЧЕТ ШИРОКОПОЛОСНЫХ $Y$-ЦИРКУЛЯТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОТИПНЫХ СХЕМ

Дается метод расчета $Y$-циркуляторов с цепями широкополосного согласования, основанный на использовании прототипных схем — ступенчатых переходов и полосно-пропускающих $LC$-фильтров. Основным преимуществом такого подхода является существенное упрощение вычислений, поскольку параметры СВЧ фильтров, трансформаторов табулированы. Аналогичный подход уже рассматривался, но он приведен только к $Y$-циркуляторам на сосредоточенных постоянных.

В работе найдены эквивалентные добротности $Q_i^{экв}$ звеньев ступенчатого перехода и сопоставлены с добротностями $Q_i$ $LC$-схемы при одинаковых функциях рабочего затухания. Установлено совпадение закона их распределения. Однако сами $Q_i$ и $Q_i^{экв}$ при равной полосе не совпадают, чем исключается произвольность в выборе прототипов при расчете конкретной схемы $Y$-циркулятора.

Показано, что частотные характеристики расчетной модели полоскового $Y$-циркулятора (ферритовый элемент представлен резонансным контуром с активной нагрузкой) при чисто трансформаторной схеме согласования близко совпадают с частотной характеристикой прототипного ступенчатого перехода, первая ступенька которого по своей добротности эквивалентна ферритовому элементу, а параметры остальных ступенек совпадают с параметрами $\lambda/4$ — ступенек трансформаторной цепи $Y$-циркулятора.

В работе проанализирована также известная модель согласования $Y$-циркулятора: ферритовый элемент — $\lambda$ 4 трансформатор — последовательный резонансный контур. Найдено, что ее частотная характеристика хорошо совпадает с частотной характеристикой фильтрового $LC$-прототипа. Следует отметить, что аналогичный расчет, выполненный Андерсоном, дает почти двухкратную ошибку по полосе.

По эквивалентной схеме полосковым $Y$-циркуляторам во многом аналогичны волноводные. Таким образом, предлагаемый путь может быть развит и применительно к расчету последних.



*И. А. Наумов, В. В. Короткова*

### О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ВЕНТИЛЕЙ-ФЛАНЦЕВ

За последние годы широкое распространение нашли малогабаритные ферритовые вентили нового типа, так называемые вентили-фланцы. Малые габариты этого устройства и приемлемые электромагнитные его характеристики позволяют существенно изменить облик волноводных СВЧ трактов, компоновку передатчиков СВЧ и улучшить их параметры. Однако узкополосность вентилей-фланцев до последнего времени служила препятствием для использования их в широкополосных устройствах. В докладе обсуждаются возможности расширения рабочей полосы вентилей-фланцев, разбираются различные варианты их построения. Показывается, что возможно реализовать вентиль-фланец с широкой рабочей полосой без существенных изменений конструкции.

*В. С. Смирнов, М. М. Алексеенко, И. А. Наумов*

### ВОПРОСЫ РАСЧЕТА МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ ФЕРРИТОВЫХ УСТРОЙСТВ

В последние годы широкое распространение находят микрополосковые ферритовые устройства СВЧ. Их ценность заключается в том, что с их помощью легко компонуются ин-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

тегральные СВЧ схемы, позволяющие существенно уменьшить вес и габариты приемо-передающих трактов. Особый интерес представляют по ряду причин микрополосковые линии так называемого щелевого типа. В докладе обсуждаются вопросы распространения энергии СВЧ в щелевой линии с подложкой из намагниченного феррита. Приводятся основные расчетные формулы, разбираются различные варианты конструкции.

Показана возможность реализации невзаимного фазовращателя с импульсным управлением на щелевой линии.

## СЕКЦИЯ
## РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

*П. Е. Стреж*

### ОБ ОТРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В КВАЗИСЛОИСТЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Рассмотрена задача о наклонном падении монохроматической электромагнитной волны на анизотропную квазислоистую среду, свойства которой характеризуются тензором диэлектрической проницаемости с компонентами, являющимися непрерывно-дифференцируемыми функциями двух координат, оси которых совмещены с плоскостью падения волны. Показано, что в пренебрежении взаимодействием характеристических волн, суперпозиция которых определяет электромагнитное поле распространяющейся в анизотропной среде волны, задача об отражении сводится к системе дифференциальных уравнений Риккати, решение которой позволяет определить коэффициенты отражения характеристических волн. В пренебрежении затуханием волн получены простые интерполяционные формулы для коэффициентов отражения, позволяющие анализировать условия отражения характеристических волн с учетом горизонтальной и вертикальной неоднородности у среды.

*Т. И. Арсеньян, Н. Н. Римский, А. А. Семенов, Э. П. Сомова, А. А. Тищенко*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ УГЛОВ ПРИХОДА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

Для исследования вариаций углов прихода световой волны была предложена схема теневого метода. Если в пункте приема установить собирающую линзу, в фокальной плоскости которой поместить ножевую диафрагму и фотодетектор,



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

то в результате отклонения светового пучка случайными неоднородностями среды ток, текущий через фотодетектор, будет меняться по случайному закону. Поскольку приемное устройство работало в линейном участке характеристики, значение тока в каждый фиксированный момент времени оказывается пропорциональным световому потоку, который, в свою очередь, однозначно связан с углом отклонения луча. Непрерывная запись тока фотодетектора дает возможность оценить статистику вариаций углов прихода оптического излучения.

Описанным способом были проведены исследования вариаций углов прихода на модели случайно-неоднородной среды и на реальных приземных трассах.

Анализ результатов свидетельствует о сильной зависимости вариаций углов прихода от характера трассы, ее длины, метеорологического состояния трассы. Полученные значения радиусов корреляции варьируются от 0,001 *сек* до величины порядка 1 *сек* в зависимости от длины трассы и метеорологической обстановки, что находится в хорошем согласии с результатами, полученными другими методами.

Теневая схема дает возможность оценить характеристические размеры неоднородностей среды. При исследованиях на модели эти величины составляли 2—3 *см*.

Применение теневых схем для анализа вариаций углов прихода представляется наиболее перспективным в связи с высокой чувствительностью таких схем, сравнительной простотой настройки и тем обстоятельством, что область их применения не ограничена трассами малой протяженности.

*П. Е. Стреж, Т. И. Арсеньян, А. А. Семенов*

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ УГЛОВ ПРИХОДА ДИФРАКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Известные в литературе расчеты распределения интенсивности волнового поля в дифракционной картине и дисперсии флуктуаций углов прихода, выполненные для случая плоской волны, не всегда могут быть использованы для анализа экспериментальных данных о статистических характеристиках ограниченного волнового пучка, в связи с этим в данной работе проведено дифракционное рассмотрение траектории частично диафрагмированного пучка со случайными характеристиками. Это позволило установить однозначную связь между флуктуациями случайных значений координаты энергетического центра пучка в плоскости приемной диафрагмы и в плоскости наблюдения. На основе принципа Гюйгенса и приближения френелевской дифракции дано обобщение теоремы о траектории энергетического центра пучка на случай пучков, возмущенных турбулентной средой. В пренебрежении амплитудными флуктуациями волнового поля получено соотношение для дисперсии флуктуаций координаты энергетического центра пучка, из которого следует, что наличие флуктуаций углов прихода вызывает изменение координаты энергетического центра пучка, претерпевшего дифракцию на диафрагме приемного устройства, что обусловливает дополнительное уширение световой зоны в дифракционной картине и позволяет использовать дифракционный метод для экспериментального изучения флуктуаций углов прихода волнового пучка, прошедшего турбулентную среду. Для гауссова пучка с фазовыми флуктуациями, структурная функция которых определена по Гарднеру, а турбулентная среда предполагается локально-изотропной, выполнен расчет дисперсии флуктуаций углов прихода для случая приемной диафрагмы круглой формы, который приводит к простому выражению, не зависящему от радиуса диафрагмы.



*В. А. Мисюра, Н. Д. Жолондковский, В. Я. Блудов*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН

Известно, что при проведении спутниковых измерений фазовое и групповое запаздывания могут быть получены по измерениям эффекта Фарадея и так называемой приведенной разности допплеровского смещения частоты когерентных радиоволн и соответствующей приведенной разности фаз, пропорциональных соответственно скорости изменения фазового запаздывания и самому запаздыванию. Обычно, сначала получают значения полного содержания электронов (ПЭС) в вертикальном столбе, по которому затем вычисляют значения фазового запаздывания радиоволн.

Очевидно, если значения ПЭС можно получить другим методом (например, методом некогерентного рассеяния радиоволн), то для заданной частоты излучения можно получить соответствующие значения фазового запаздывания.

Ввиду того что фазовое и групповое запаздывание в первом приближении прямо пропорционально полному содержанию электронов в наклонном столбе, определение его сво-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

дится к определению последнего. ПЭС может быть определено методом некогерентного рассеяния путем непосредственного полного определения (с учетом поправки на температурную неравновесность) наклонного профиля электронной концентрации и интегрирования его на одной и той же ЭВМ.

В данной работе приводятся значения фазового запаздывания, полученные в 1969 г. методом некогерентного рассеяния в интервале высот от 350 до 600 *км*.

*С. С. Чавдаров, Б. Г. Барабашов, Б. Г. Калядин*

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

Приводятся результаты эксперимента по наклонному зондированию ионосферы на меридиональной трассе протяженностью 670 *км*.

Эксперимент проводился с целью опытной оценки погрешностей известных инженерных приемов расчета параметров КВ-радиоканалов.

Синхронное наклонное зондирование велось на фиксированных частотах в диапазоне 3—16 *Мгц* с шагом 0,5 *Мгц* в освещенные часы суток и в диапазоне 2—9 *Мгц* с шагом 0,25 *Мгц* в неосвещенные. Одновременно с НЗ в точке передачи осуществлялось вертикальное зондирование и проводились измерения поглощения методом $A_1$ на пяти частотах.

Сообщаются результаты сопоставления дистанционно-частотных характеристик (ДЧХ), рассчитанных по данным ВЗ методом кривых передачи, и ДЧХ, полученных экспериментально. Приводятся полученные в результате такого сопоставления частотные зависимости относительных погрешностей определения абсолютного времени распространения и относительного группового запаздывания при многомодовом распространении. Кроме того, приводятся графики частотных зависимостей амплитуд сигналов, соответствующих отдельным модам. Такие частотные зависимости позволяют рассчитать число лучей и максимальные относительные запаздывания между первым и последним лучом при заданной защищенности канала от эхо-сигналов.



*С. П. Чернышева, В. М. Шефтель, С. С. Чавдаров*

### ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТРАЖЕНИЙ РАДИОВОЛН ОТ СЛОЕВ $E$

Необходимость выявления характера взаимосвязи параметров слоев $E_s$ с различными гео- и гелиофизическими явлениями связано с принципиальной возможностью осуществления качественной радиосвязи посредством слоев $E_s$. Вероятностный характер появления слоев $E_s$ приводит к тому, что воздействие гео- и гелиофизических факторов оказывается замаскированным и может быть выявлено только при использовании большого статистического материала.

В качестве критерия уверенности существования устойчивых отражений от слоев $E_s$ может быть использован параметр $\tau E_s$ рассчитанный для фиксированных значений $pE_s$. Длительность отражений $\tau E_s$ определяется как интервал времени, в течение которого наблюдаются непрерывные отражения от слоев $E_s$. Так как слои $E_s$ перемещаются в горизонтальном направлении со скоростью порядка десятков метров в секунду, величина $\tau E_s$ заведомо меньше времени существования слоя $E_s$ поэтому параметр $\tau E_s$ более полезен при анализе и прогнозе устойчивости радиосвязи через слой $E_s$, чем при исследовании его природы.

Параметр $\tau E_s$ в очень сильной степени подвержен воздействию таких факторов, как величина потока солнечной радиации, солнечной активности, уровень поглощения радиоволн в нижней ионосфере и др.

Изменение величины солнечной активности от максимальных значений в 1958 г. до минимальных в 1964 г. приводит к увеличению $\tau E_s$ в несколько раз. Было замечено, что для станций, расположенных на различных геомагнитных широтах, увеличение $\tau E_s$ различно и тем больше, чем южнее расположена станция (в пределах среднеширотной зоны). Воздействие солнечной активности на длительность непрерывных отражений от слоев $E_s$ является следствием уменьшения поглощения радиоволн в ионосфере с уменьшением чисел Вольфа.

Поглощение радиоволн в ионосфере может быть представлено в виде суммы двух частей, одна из которых обусловлена волновой частью солнечного спектра, а другая имеет корпускулярную природу (Флигель М. Д.). Поскольку при движении к югу в пределах среднеширотной зоны вторая компонента поглощения значительно уменьшается, то следует ожидать возрастания корреляции между поглощением ра-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

мерности использования величины $h'E_s$ вместо $hE_s$, так как коэффициенты группового запаздывания в слое $E$ не равны единице.

С этой целью по материалам среднеширотной ионосферной станции (г. Ростова-на-Дону) исследовалось поведение действующих и истинных высот $E$. Действующие высоты слоев $E$ обнаруживают четкий суточный ход с двумя максимумами в утренние и вечерние часы, сохраняющийся в течение года при наличии сезонных вариаций и некоторой зависимости от солнечной активности.

Поведение истинных высот слоев $E_s$ обнаруживает качественное и количественное отличие от поведения действующих высот. Качественное отличие проявляется в сглаживании максимумов суточного хода. Количественные отличия не одинаковы для различных типов слоев $E_s$.

Для $E_s$ типов $l$ и $f$ разницей $\delta h = h'E_s - hE_s$ можно пренебречь.

Основную трудность представляет случай $E_s$ типа $C$, доминирующий в дневное время на средних широтах. Для исследования этого случая привлекались экспериментальные данные и результаты специального модельного расчета. По экспериментальным данным величина $\delta h$ определяется разностью $\Delta f = f_0E_s - f_0E$ и составляет для $\Delta f = 2$ *Мгц* 20—30 *км*, а для $\Delta f \geqslant 1$ *Мгц* 1—3 *км*. Модельные расчеты величин $\delta h$ позволили указать диапазоны значений $\Delta f$, для которых можно использовать $h'E_s$ вместо $hE_s$.

Для слоев $E_s$ типа $h$ величина $\delta h$ составляет 20—50 *км* и ни при каких значениях $\Delta f$ не становится пренебрежимо малой. Поэтому для слоев $E_s$ типа $h$ использование $h'E_s$ вместо $hE_s$ недопустимо.

*С. Б. Раевский, Ю. Г. Белов*

### О СУЩЕСТВОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ВОЛН В НЕКОТОРЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ ИЗОТРОПНЫХ СТРУКТУРАХ

Излагаются результаты исследования возможности существования в двухслойных изотропных структурах электромагнитных волн с комплексными постоянными распространения, несмотря на отсутствие в этих структурах диссипации энергии. Определяются условия существования комплексных волн в двухслойном круглом и прямоугольном волноводах, а также в диэлектрическом стержне, помещенном в свободное пространство. Показывается существование комплексных



волн в виде неортогональных пар. Рассматриваются дисперсионные свойства комплексных волн в двухслойном, круглом экранированном волноводе. Излагаются методы исследования свойств комплексных и методы численного решения комплексных дисперсионных уравнений.

*Ю. Г. Белов, С. Б. Раевский*

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА С ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ГОФРОЙ

Излагаются результаты решения задачи о распространении собственных волн в эллиптическом волноводе с гофрой прямоугольного профиля. Методом согласования полей составляется дисперсионное уравнение в виде детерминантного уравнения бесконечно высокого порядка. Представляются результаты решения этого уравнения в первом приближении в случае критических условий. Показывается зависимость критических частот такого волновода от эксцентриситета поперечного сечения и глубины гофры. Исследуется влияние отклонения параметров волновода от номинальных на рабочий диапазон частот. Приводятся результаты сравнения полученных расчетных данных с экспериментальными. Исследуются, в первом приближении, дисперсионные свойства гофрированного эллиптического волновода на примере двух основных типов волн.

*Ю. А. Булин*

### О НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Линии передачи с распределенными нелинейными параметрами, в которых возможно образование ударных электромагнитных волн, применяются для формирования импульсов нано- и пикосекундной длительности.

В докладе показано, что процесс распространения волн в формирующей линии с двумя нелинейными распределенными параметрами полностью определяется ее характеристикой формирования.

Рассмотрена задача нахождения (синтеза) нелинейных характеристик линии, осуществляющей заданное формирование импульса. В предположении о постоянстве энергии им-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

пульса обсуждается влияние формы нелинейных характеристик линии на процесс формирования стационарного разрыва. Показано, что существует характеристика формирования, оптимальная для заданного входного колебания. Длина линии с оптимальной характеристикой формирования, требуемая для образования разрыва заданной амплитуды, является наименьшей из всех возможных при заданном размахе нелинейности.

Рассматривается влияние диссипации энергии на разрыве на процесс формирования стационарного разрыва. С учетом диссипации энергии длина пути формирования уменьшается.

Производится оценка отражений от разрыва. Показано, что при плавных характеристиках нелинейностей отражениями от разрыва можно пренебречь.

Приводятся результаты экспериментального исследования дискретной модели формирователя.

*Р. К. Бабичев*

### БЫСТРЫЕ ВОЛНЫ В СПИРАЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ

Исследуется простая спираль, у которой угол наклона витков, а также форма и размеры сечения идеально проводящего проводника произвольны.

В приближении усредненных граничных условий для решеток получено дисперсионное уравнение быстрых волн, соответствующих волнам круглого волновода.

Проведенный численный анализ для случая прямоугольных проводников показал, что при малых углах подъема спирали затухание симметричной магнитной волны может быть сделано сколь угодно малым, а излучение остальных нежелательных типов при этом будет значительным.

Полученные результаты могут быть использованы при расчете фильтров типов волн для линий дальней связи.

*Н. А. Гальченко, А. М. Лерер, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский*

### СВЯЗЬ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ С *Т*-ВЫСТУПОМ ЧЕРЕЗ МАЛОЕ ОТВЕРСТИЕ

Произведен теоретический расчет электрических параметров небольших отверстий в прямоугольных волноводах с *Т*-выступом, представляющих значительный интерес для конструирования широкополосных направленных ответвителей. Изложены результаты исследования связи волноводов при помощи круглого и крестообразного отверстий по широкой стенке.

По полученным формулам проведены расчеты на ЭВМ. Их анализ позволил определить оптимальные размеры, положение отверстий и взаимную ориентацию волноводов.

Показано, что по сравнению с *П*-волноводами использование прямоугольных волноводов с *Т*-выступом для конструирования направленных ответвителей позволяет увеличить широкополосность по переходному затуханию и пробивную мощность. Направленный ответвитель с оптимальным положением крестообразного отверстия в широкой стенке двух взаимно перпендикулярных волноводов с *Т*-выступом имеет неравномерность переходного затухания $\pm 0{,}15$ *дб* в диапазоне частот 2,95 : 1 и направленность больше 35 *дб*.

*Н. А. Гальченко, В. С. Михалевский, Г. П. Синявский*

### *Е*-ВОЛНЫ В ВОЛНОВОДАХ СЛОЖНЫХ СЕЧЕНИЙ

При конструировании малогабаритных широкополосных СВЧ узлов и элементов (*Н*- и *Е*-тройников, щелевых мостов, шлейфных направленных ответвителей, фазовращателей и т. д.) в ряде случаев целесообразно использовать волноводы со сложной формой поперечного сечения. Однако для теоретического исследования многих практически важных СВЧ устройств этого класса необходимо иметь аналитическую запись выражений для полей и значения критических частот *Н*- и *Е*-волн).

На основе использования метода Шварца получены выражения для определения полей и критических частот *Е*-волн в *П*- и *Н*-волноводах, прямоугольном волноводе с одним и двумя *Т*-выступами. По полученным формулам проведены расчеты на ЭВМ и построены графики для критических частот.

Сравнение экспериментальных и теоретических результатов показало, что ошибка при вычислении критических частот не превышает 5%. Установлено, что в отличие от *Н*-волн, амплитуды пространственных гармоник убывают более медленно. Кроме того, у *Е*-волн отсутствует «резонансная» пространственная гармоника, характерная для *Н*-волн.







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СОДЕРЖАНИЕ

*Секция электронно-вычислительной техники*


А. Я. Савельев. Обучающие системы . . . . . 3
В. Е. Алексеев. Использование ЭЦВМ для исследования процесса обучения . . . . . 4
В. И. Бабий. Об одном способе рукописного ввода в ЭВМ при программированном обучении . . . . . 5
В. А. Бабицкий, Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. Н. Новиков, А. В. Орлов. Об одной обучающей системе на базе ЭВМ «Минск-2» . . . . . 6
Л. К. Барановский, Л. В. Калацкая, С. В. Новиков, А. В. Орлов, О. М. Тихоненко. Применение ЭВМ при изучении курса «математическая логика» . . . . . 6
В. И. Карпов. Об опыте составления учебных планов вузов с помощью ЭЦВМ . . . . . 7
Ф. Е. Темников. Развитие модели управления высшей школой 8
В. Н. Четвериков, Э. Н. Самохвалов. Решение задач управления в вузе с помощью АСУ . . . . . 9
Т. И. Лимонова. Вопросы построения АСУ ВУЗ . . . 10
Т. И. Лимонова. Математическое обеспечение АСУ ВУЗ 11
В. П. Власов. Система программ для автоматизации составления вузовских расписаний учебных занятий . . . . . 12
И. Б. Моргунов. Решение задач планирования учебного процесса с помощью ЭВМ . . . . . 13


*Секция микроэлектроники*


А. В. Воробьев, А. В. Николаев, П. М. Шатахян. Машинное проектирование интегральных схем . . . . . 14
А. В. Николаев, С. Р. Калмыкова, М. А. Колесников. Вычисление чувствительности линейных интегральных схем 15
Е. И. Гальперин, Л. Э. Дегтярь, Л. М. Зафрина, З. И. Зеликовский, Л. И. Липкович, Э. С. Браилов. Активные фильтры на *RC*-структурах из коаксиального микропровода 16
В. П. Стыцько, З. А. Аббясов. Проектирование гибридных интегральных фильтров НЧ диапазона на основе гираторов . . 17
З. А. Аббясов, Е. И. Гальперин, В. П. Стыцько, Л. В. Шумейко. Исследование шумовых свойств гираторного контура . . . . . 18
В. А. Ильин, П. Н. Димитраки, С. Н. Димитраки. Мостовые генераторы импульсов с дифференциальным каскадом на интегральных микросхемах . . . . . 19
В. Н. Дулин, М. В. Матосов. Внутренние вольтамперные характеристики кремниевого диода . . . . . 20
В. П. Тарасов. Интегрируемый перестраиваемый фильтр высокой добротности и стабильности . . . . . 21
А. А. Лебедев, В. И. Диденко, А. Г. Алексеенко. Чувствительные компараторы на интегральных схемах . . . . 21
М. А. Ожогин, В. М. Худыкина. Дифференциальные каскады на МОП-транзисторах в интегральном исполнении . . . 22
Е. М. Онищенко, В. С. Першенков. Интегральная тиристорно-транзисторная субсистема памяти . . . . . 23


*Секция квантовой электроники и голографии*


В. К. Конюхов. Газодинамические лазеры . . . . . 24
М. Н. Заргарьянц, Л. Н. Курбатов. Светодиоды, одноэлементные и многоэлементные инжекционные лазеры и перспективы их применения . . . . . 24
А. Л. Миаэлян, В. В. Дьяченко. Оптические резонаторы «волноводного типа» . . . . . 26
Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, Т. А. Костинская, В. Н. Фаворин, В. И. Богатырев. Сканирующий лазер на основе электронного возбуждения . . . . . 27
Л. Н. Курбатов, Г. С. Козина, В. Н. Фаворин, М. А. Баталина, Е. В. Бибиков, А. Н. Власов, С. С. Демидов. Некоторые характеристики малогабаритного импульсного лазера с электронным возбуждением . . . . . 27
Н. И. Доссон, В. В. Никитин, В. Д. Самойлов, А. И. Фример. Оптронный генератор наносекундных импульсов когерентного света . . . . . 27
В. Ф. Купришов, Ю. Г. Турков, Ю. В. Андреев. Исследование явления автомодуляции добротности в ОКГ с нестабильными резонаторами . . . . . 28
В. Ф. Купришов, Ю. В. Андреев. Исследование непрерывного ОКГ на иттриево-алюминиевом гранате со стабилизированной мощностью излучения . . . . . 29
В. Н. Шахгеданов, А. А. Шимко, М. В. Либерзон, Т. И. Бурашова. Исследование MnBi пленок и оценка возможности их использования в голографических запоминающих устройствах . . . . . 29
А. М. Балбашов, В. Н. Шагеданов, А. А. Шимко. О возможности использования ортоферритов для создания транспарантов голографических систем памяти . . . . . 30
В. А. Дьяков, И. В. Щукин, Ю. А. Александров, А. О. Бакрунов, Е. П. Лясников. Применение методов оптической фильтрации для целей обработки изображений медико-биологических объектов . . . . . 30
И. С. Стромилов, В. К. Козлова. Повышение дифракционной эффективности голограмм транспаранта с помощью случайной фазовой маски . . . . . 31
Н. А. Костров. Голограммы на фотохромных материалах с учетом нелинейности записи . . . . . 32
Н. Г. Прохоров, В. Н. Шахгеданов. Расчет разрешения акустооптических дефлекторов . . . . . 34
И. Н. Мухтаров, В. Т. Ниловский. Расчет волноводных *H*-плоскостных *Y*-циркуляторов методом теории цепей . . . 35
И. Н. Мухтаров, В. Т. Ниловский. Расчет широкополосных *Y*-циркуляторов с использованием прототипных схем . . . 36
И. А. Наумов, В. В. Короткова. О возможности создания широкополосных вентилей-фланцев . . . . . 37
В. С. Смирнов, М. М. Алексеенко, И. А. Наумов. Вопросы расчета микрополосковых СВЧ ферритовых устройств . 37






Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

UNCLASSIFIED

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ А. С. ...

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ А. С. ПОПОВА

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ СЛЕДУЮЩИХ СЕКЦИЙ:

Автоматической коммутации и сетей связи, телевидения, радиовещания, электроакустики и звукозаписи, радиоизмерений

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Известно, что стоимость канало-километра в многоканальных системах уменьшается по мере увеличения мощности системы. То же относится и к созданию узлов связи и коммутационной аппаратуры и систем управления. При создании общих пучков каналов повышается их общая пропускная способность и использование каждого канала. Наличие общих каналов значительно облегчает решение проблемы повышения надежности и живучести сети связи.

4. В единой автоматизированной сети связи (ЕАСС) противоречие между тенденцией к увеличению мощности средств и разделению сетей разрешено путем создания первичной сети междугородных каналов и магистралей и различного вида вторичных сетей со своими системами коммутации для различных видов информации или различных ведомств.

5. Развитие теории передачи информации, теории автоматов, теории телетрафика и группообразования и теории сетей связи, а также достижения в области микроэлектроники и техники систем передачи позволяют ставить вопрос о переходе к следующей стадии развития ЕАСС — от объединения каналов к объединению сетей.

Объединение сетей — создание интегральной цифровой сети связи (ИЦСС) — может осуществляться на основе: а) импульсных методов передачи и коммутации, при которых распределение сигналов осуществляется на импульсном уровне без перехода к аналоговому прототипу сигнала; б) использования единых ЭВМ как для накопления, хранения и переработки информации, так и для управления узлами и сетью и в) объединения пучков каналов на основе трансформации скоростей передачи.

6. Объединение сетей должно позволить получить существенный экономический эффект за счет: а) уменьшения стоимости канала при создании мощных систем передачи; б) уменьшения необходимого количества каналов вследствие укрупнения их пучков; в) уменьшения необходимого числа каналов для передачи цифровой информации за счет согласования методов передачи с характером передаваемой информации; г) увеличения эффективности использования ЭВМ, выполняющих одновременно как вычислительные, информационные и распределительные функции и д) уменьшения эксплуатационных расходов за счет объединения сетей как в части средств передачи, так и в части коммутационных устройств.

7. Следствием объединения сетей должна явиться тенденция к универсализации устройств на сети, построенных на единых элементах вычислительной техники.



*Я. Я. Лочмелис*

## К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДСТАНЦИЙ И КОНЦЕНТРАТОРОВ

В настоящее время наблюдаются следующие три основных направления по построению телефонных сетей: 1) создание крупных АТС с применением централизованных управляющих устройств; 2) создание двух независимых сетей: коммутируемая сеть общего пользования и сеть управления с помощью центрального управляющего устройства; 3) применение подстанций и концентраторов, управляемых дистанционно из центрального управляющего устройства. В последнем случае получается наибольшая экономия на линейно-кабельных сооружениях.

Даются уравнения для определения капитальных затрат на районированных сетях без и с применением подстанций и концентраторов. Приводятся уравнения для расчета средних длин линий и размеров площадей, обслуживаемых подстанциями и концентраторами при радиальном и прямоугольном построении улиц, а также для определения эксплуатационных расходов на сетях с массовым применением подстанций и концентраторов.

Применение на сетях подстанций и концентраторов позволяет повысить производительность труда. Особенно большой эффект по повышению производительности труда дает резкое сокращение длины абонентских линий и комплексная автоматизация проверочных работ. Применение печатных схем и электронных элементов коммутации, а также сокращение длины абонентских линий позволяет сэкономить медь, свинец, сталь, олово, серебро и другие металлы. Дается уравнение, позволяющее определить оптимальную емкость подстаций и концентраторов с точки зрения расхода цветных металлов.

Использование оборудования может исчисляться как по всему оборудованию, так и по его отдельным элементам: коммутационным и управляющим устройствам, пучкам соединительных линий и др. Особенно важен показатель использования управляющего устройства и линейных сооружений, поскольку они являются дорогостоящими элементами сооружений связи. Потребность производственных площадей рассчитывается с учетом необходимых удобств в эксплуатации, технических, санитарных и противопожарных



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В сообщении рассматриваются вопросы применения АКС при построении интегральной цифровой системы связи. Рассматриваются различные виды шумов, возникающих в АКС, а также влияние на величину этих шумов возможных методов формирования цифрового группового сигнала АКС.

Приводятся результаты применения метода статистического моделирования для определения оптимального метода формирования цифрового группового сигнала АКС.

Анализируются принципы передачи различных видов информации при использовании адресно-кодового метода. Определена допустимая скорость передачи данных по каналам адресно-кодовой системы связи.

Особое внимание уделяется вопросам построения коммутационных устройств на основе адресно-кодового метода, а также вопросам синхронизации.

В сообщении показывается, что применение адресно-кодового метода передачи информации позволяет эффективно решать все основные задачи, стоящие перед ИЦСС.

*С. Н. Осипов, Б. Н. Федоров, С. С. Цветков*

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИ АДРЕСНО-КОДОВОМ МЕТОДЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

В сообщении рассматриваются вопросы, связанные с исследованием помехозащищенности отдельных каналов адресно-кодовой системы связи (АКС) от помех, возникающих в указанных каналах как в результате сбоев синхронизации, так и в результате ошибок, имеющих место в цифровом групповом тракте (в том числе и в коммутационных системах).

Производится построение математической и экспериментальной моделей для исследования величины помехозащищенности. Полученные выражения позволяют оценить влияние сбоев синхронизации и ошибок в цифровом групповом тракте на качество передачи речевых сигналов.

Экспериментальное исследование помехозащищенности выполнено на ЭЦВМ методом статистического моделирования. Обосновываются пути оптимальной замены прямого моделирования на условное с целью повышения точности результата при сокращенном числе реализаций моделируемого процесса.

Результаты исследования качества передачи речевых сигналов по каналам АКС при наличии ошибок в цифровом групповом тракте, полученные методом статистического моделирования, сравниваются с аналогичными результатами, полученными аналитическим путем.

Исследования, проведенные как аналитическим методом, так и методом статистического моделирования, показывают, что адресно-кодовый метод передачи информации обладает весьма малой чувствительностью к сбоям синхронизации и ошибкам в цифровом групповом тракте.



*Б. П. Цанков*

**ПОСТРОЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ИЦСС**

Исследования, посвященные построению интегральных систем, показывают, что экономичная выгодность телефонной станции с пространственно-временно́й коммутацией по сравнению со станцией с пространственной коммутацией уменьшается из-за необходимости аналого-цифрового преобразования.

Один из способов уменьшения количества ИКМ преобразователей и увеличения их использования заключается в концентрации абонентской нагрузки до аналого-цифрового преобразования. Это достигается применением концентраторов. Глубокая децентрализация ступени абонентского искания и максимальное приближение аналого-цифрового преобразователя к абонентам снижает затраты на сеть абонентских линий и улучшает качество передачи. Концентратор в ИЦСС выполняет три основные функции: подключение абонентов к сети, концентрацию нагрузки и аналого-цифровое преобразование.

Концентратор является одним из самых массовых элементов в интегральной сети, и от снижения затрат на него зависит экономичная конкурентоспособность интегральных систем по сравнению с существующими пространственными системами. Для этого надо решить оптимальным образом круг таких задач, как емкость концентратора, синтез коммутационной системы концентратора, подключение концентратора к сети и др. Схему коммутации концентратора можно строить с применением пространственно-временно́й коммутации или с чисто пространственной коммутацией. При существующих телефонных аппаратах, сети абонентских линий и уровне технологии более выгодным является пространственная схема. Концентратор с пространственно-временной коммутационной системой (чисто электронный блок) может быть более перспективным в будущем при переходе к полностью интегрированной сети.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Оптимальная коммутационная система должна быть:
— с максимальной пропускной способностью при минимальном объеме коммутационного оборудования;
— дающей возможность использования при различных условиях (телефонная плотность, категория абонентов, класс оборудования);
— унифицированной, т. е. дающей возможность строить однотипным образом все концентраторы сети;
— технологичной.

В настоящем сообщении определяется место концентратора как элемента сети ИЦСС и делается попытка отыскать схему коммутации концентратора, удовлетворяющую упомянутым требованиям.

*Т. М. Султанов*

### ОБ ОДНОЙ СТРУКТУРЕ СЕТИ СВЯЗИ

Приводятся результаты анализа ориентированных и неориентированных структур многозвенных коммутационных схем с пространственным и пространственно-временным разделением соединительных путей.

Структура специализированной (телефонной, телеграфной, вычислительной и пр.) сети связи рассматривается как рассредоточенная неориентированная коммутационная система большой емкости. Показывается, что представленная таким образом сеть содержит минимальный объем коммутационного оборудования. Приводятся примеры построения телефонной сети. На этих примерах показывается целесообразность разделения сети на отдельные сети коммутации линий и на объединяющую их сеть коммутации ИКМ каналов. При этом значительно сокращается объем каналообразующей аппаратуры.

*Н. Г. Дементеева*

### О КАЧЕСТВЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ НАГРУЗКИ ПРИ НЕМЕДЛЕННОЙ И ЗАКАЗНОЙ СИСТЕМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Эсперимантальные исследования параметров и качества обслуживания междугородной телефонной нагрузки проводились по бланкам заказов на МТС трех городов (два столичных города и один областной центр).



Статистическая обработка экспериментальных данных показала следующее.

1. Число вызовов, поступающих на междугородную телефонную сеть от абонентов общественного сектора, составляет 59,3%; квартирного сектора 4,4%, с переговорных пунктов 5,7% и транзитных вызовов 30,6%.

2. Распределение длительностей междугородных телефонных разговоров можно считать экспоненциальным при средних значениях для направлений немедленной системы эксплуатации: 4,33 *мин* для абонентов общественного сектора; 5,96 *мин* для транзитных вызовов; 4,48 *мин* для вызовов с переговорных пунктов; 4,42 *мин* для служебных разговоров; 5,03 *мин* для абонентов квартирного сектора.

3. Экспериментальное качество обслуживания междугородной телефонной нагрузки ниже теоретического. Использование каналов при заказной системе эксплуатации находится в пределах 30—80%. Вероятность ожидания обслуживания свыше 10 *мин* на направлениях немедленной системы эксплуатации $20 \div 70\%$ $[P(>10') \approx 0{,}2 \div 0{,}7]$, в то время как использование одного канала на всех направлениях мало.

Низкое качество обслуживания междугородной нагрузки, имеющее место на МТС, указывает на недостаточно четкую организацию процесса эксплуатации на исследованных направлениях.

*Г. П. Захаров*

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОПОЛЮСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

1. Многополюсная сеть связи задана неориентированным и неоднородным графом $G = |n, m|$. Структура сети оптимизирована по минимуму совокупных затрат. Параметры поступающего потока заданы матрицами типа $\Lambda_k = \|\lambda_{ijk}\|^n$, $T_{\partial k}$, $V_k$, внутренние параметры сети — матрицами $A = \|C_{\text{э}ik}\|^n$, $B = \|T_{nik}\|^n$,

$$C = \|K_{rik}\|^n \text{ и } R = \|r_{ik}\|^n,$$

где $C_{\text{э}}$ — эксплуатационная пропускная способность; $K_r$ и $T_{\text{п}}$ — параметры надежности; $r$ — интенсивность коммутации ($r = \frac{1}{T_{\text{к}}}$, где $T_{\text{к}}$ — среднее время коммутации). Количество каналов при заданных структуре и всех перечисленных параметрах оптимизировано ($S = \|S_{ik}\|^n$) по максимому



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ты системы по средним по сети временам доставки сообщений является слишком общей характеристикой. Попытки введения многопараметрических оценок не представляются достаточно правомочными по той простой причине, что о двух различных системах, работающих в одинаковых условиях, требуется сказать, какая из них лучше и на сколько, т. е. качество работы системы должно выражаться некоторым скалярным числом, а не вектором.

Для получения такой оценки необходимо иметь меру сравнения важности различных сообщений. Такой мерой могут служить функции старения сообщений (ФСС), характеризующие изменение важности сообщения в зависимости от времени его доставки.

Кратко описываемая ниже система управления в качестве критерия оптимизации имеет среднюю по сети «важность» доставленных сообщений и строится как адаптивная, децентрализованная система, в которой функции управления распределены между всеми узлами сети, но ни один узел не получает полной информации о состоянии сети в целом, а обменивается лишь весьма редуцированной управляющей информацией с соседними узлами. В основу этого способа положен принцип «рельефа».

В дальнейшем будет предполагаться, что на рассматриваемую сеть коммутации сообщений наложены следующие ограничения.

1. Все сообщения имеют одинаковую «длину» и каждое сообщение передается как единое целое.

2. Каждая пара соседних узлов связана двумя противоположными направленными каналами.

3. Все каналы имеют одну и ту же скорость передачи, так что передача сообщения от какого-либо узла к соседнему занимает одно и то же время для всех узлов и сообщений, равное $T$.

4. Каждый канал имеет собственную очередь на исходящем конце. Сообщение, поставленное в очередь на обслуживание на какой-либо канал, не может быть позднее представлено в другую очередь.

5. Число мест для ожидания в каждой очереди неограниченно.

6. Очередь на приемном конце канала отсутствует, считается, что сообщение, поступившее в узел, обслуживается мгновенно.

Отметим, что указанные ограничения введены лишь для упрощения изложения и могут быть устранены.



Каждому сообщению будем сопоставлять некоторую ФСС. Будем предполагать, что ФСС задается абонентом, посылающим сообщение, и важность сообщения выражается в рублях, так что ФСС можно рассматривать как функцию платы за доставку сообщения в зависимости от времени доставки. Введение функций платы за доставку позволяет естественным образом получить критерий качества работы системы как величину дохода, получаемого системой. Очевидно, что интересы абонентов и системы совпадают — улучшению качества обслуживания соответствует возрастание дохода системы.

При некоторых естественных допущениях можно показать, что произвольная ФСС может быть без потери общности трансформирована в неотрицательную невозрастающую функцию.

ФСС могут быть трех характерных типов:

1) с отрицательной второй производной,
2) с положительной второй производной,
3) линейной.

Рассмотрим элемент сети коммутации сообщений, представляющей собой один канал, направленный от узла $B$ к узлу $A$. Пусть в узле $B$ имеется несколько сообщений и пусть все эти сообщения имеют своим узлом назначения узел $A$ и одну и ту же ФСС, но различный возраст. Задача состоит в том, чтобы расставить сообщения в очереди в порядке, обеспечивающем получение максимального дохода.

Можно показать, что для сообщений с ФСС типа 1 расположение их в очереди в порядке увеличения возраста является оптимальным. Для сообщений с ФСС типа 2 оптимальным является порядок, в котором возраст сообщения уменьшается с его номером в очереди. Для сообщений с ФСС типа 3 порядок сообщений в очереди может быть произвольным.

В частном случае, когда сообщения приходят в узел $B$ с одинаковым возрастом, оптимальными дисциплинами обслуживания являются LIFO (последний пришел — первый обслужен), FIFO (первый пришел — первый обслужен) и произвольная соответственно для ФСС 1-го, 2-го и 3-го типов.

Оптимальная очередь, построенная из сообщений, имеющих одну и ту же ФСС, обладает свойством сохранения относительного порядка расположения сообщений в очереди при поступлении нового сообщения.

Рассмотрим сеть из 4 узлов. Пусть все сообщения направляются в узел $A$ и расплата за доставку сообщения



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

$$K = \min_{j \in M} \frac{b_j}{z_j}, \quad Z_j = \sum_{u \in N} \sum_{v \in N} Z_j^{uv},$$

где $Z_j^{uv}$ — число каналов, необходимое для передачи потока $\varphi^{uv}$ по ветви $j$.

Поиск оптимального распределения каналов в многополюсной сети заключается в определении такого вектора (варианта)

$$Z^* = (Z_1, \ldots, Z_j, \ldots, Z_M),$$

для которого выполняется условие

$$K_{\max} = \max_{Z} \min_{j \in M} \frac{b_j}{Z_j}.$$

В основу алгоритмического метода оптимального распределения каналов положен поэтапный процесс приближения к уровню $K_{\max}$ за счет поиска условного минимума вспомогательного функционала на каждом из этих этапов.

Поэтапный процесс поиска вектора $Z^*$ заканчивался по достижению заданной точности приближения к уровню $K_{\max}$.

Проверка работоспособности алгоритмического метода и скорости сходимости проводилась на ЦВМ «Минск-22».

Оценка скорости сходимости алгоритмического метода проводилась для различных стратегий выбора параметров. Эксперименты показали более высокую скорость сходимости алгоритмического метода при выборе переменных значений параметров.

Выполненные исследования оценки эффективности алгоритмического метода поиска оптимального распределения каналов позволяют применить его в динамической системе управления распределением каналов в многополюсной сети связи.

*Г. Я. Ляховецкий, М. Ш. Захидов*

### ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ В КОММУТИРУЕМЫХ СЕТЯХ

Рассмотрена задача об оптимальном групповом обслуживании избыточных потоков нагрузки, интенсивности которых являются заданными функциями времени. Избыточные потоки накапливаются, а затем поступают на каналы «быстрого обслуживания» с большой пропускной способностью и малой длительностью работы.



Найдено приближенное решение задачи об оптимальном выборе моментов и количества обращений к этим каналам. Проведено сравнение с неоптимальными системами.

Результаты работы могут быть полезны при проектировании МТС, систем связи с подвижными объектами и т. п.

*А. И. Васильченко*

### К ВОПРОСУ ОБСЛУЖИВАНИЯ АБОНЕНТОВ ПАССИВНОЙ ПОДСТАНЦИИ, УПРАВЛЯЕМОЙ ПО ОБЩЕМУ КАНАЛУ СИГНАЛИЗАЦИИ

Одним из способов повышения коэффициента использования абонентских линий является применение телефонных подстанций (ПС). Если в качестве опорной станции используется коммутационная система с централизованным программным управлением, то наиболее целесообразно (экономично) применять пассивные подстанции, управляемые по общему каналу сигнализации (ОКС) — некоммутируемому каналу, общему для пучка СЛ.

В докладе рассматривается ОКС, выполненный как система передачи сообщений с решающей обратной связью с ожиданием решения после передачи каждого сообщения. Время передачи сообщения представляет собой дискретную случайную величину, имеющую ступенчатую функцию распределения, зависящую от параметров канала связи.

Дается вывод функции распределения времени пребывания последовательности сообщений в системе ОКС, сравниваются функции распределения для случая идеального канала и неоднородного (реального) канала. В качестве примера рассматривается функция распределения времени пребывания последовательности сообщений в системе ОКС для случая подключения приемника набора номера к абоненту ПС.

*В. К. Капров*

### СТРУКТУРА БЛОКА ЭЛЕКТРОННОЙ КОММУТАЦИИ КАНАЛОВ ИКМ

В настоящее время разрабатывается интегральная цифровая система связи с использованием импульсно-кодовой модуляции. Коммутационные системы станций и узлов интегральной цифровой системы связи должны в отличие от су-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

абонентским линиям через специальную коммутационную систему. В зависимости от числа абонентов, которым предоставляются ДВО, и количества комплектов коммутационная система может содержать различное число звеньев соединения. Недостатком этого способа является большой объем оборудования дополнительной коммутационной системы и ограниченный круг абонентских линий, имеющих возможность подключаться к комплектам ДВО. Большой объем коммутационной системы обусловлен тем, что из-за малого количества комплектов ДВО при установлении соединения практически используется режим линейного искания и для уменьшения вероятности потерь необходимо увеличивать количество промежуточных линий. Особенно существенно это сказывается при организации конференц-связи.

Во втором случае комплекты ДВО включаются в выходы общей коммутационной системы так же, как и комплекты соединительных линий. Так как нагрузка на комплекты ДВО по сравнению с обычной абонентской нагрузкой невелика, то такое включение не вызывает значительного увеличения оборудования общей коммутационной системы. Кроме того, второй способ включения комплектов ДВО позволяет использовать общее управляющее устройство для установления соединений всех видов.

Приведенные соображения позволяют сделать вывод о целесообразности использования второго способа представления абонентам АТС дополнительных видов обслуживания в квазиэлектронных телефонных станциях как малой, так и большой емкости.

*В. И. Городецкий, С. В. Голомолзина*

### О ПОСТРОЕНИИ ПОДСИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ НИЗКОСКОРОСТНЫХ ТЕЛЕГРАФНЫХ КАНАЛОВ

Перспективная система коммутации низкоскоростных (до 200 *бод*) телеграфных каналов предполагает наличие систем коммутации (оконечных и транзитных станций) и подсистемы коммутации (подстанций нескольких модификаций).

Экономическая эффективность такой системы достигается рациональным выбором емкости системы и подсистемы коммутации, их структурным построением и способом наращивания.



На первый план выдвигается проблема экономичного построения аппаратуры подсистемы.

В результате проведенных исследований оказалось целесообразным функции по алгоритмической обработке вызовов, хранению справочной информации, организации, переприемов, тарификации возложить на управляющее оборудование системы коммутации, в то время как за оборудованием подсистемы закрепить главным образом функцию концентрации нагрузки. Излагаются условия целесообразности реализации в подсистеме замыкания местной связи. Уменьшение аппаратурных затрат подсистемы достигается выбором способа коммутации структуры подсистемы и способа наращивания емкости.

Наилучшим образом всем требованиям удовлетворяет адресно-кодовый способ коммутации, учитывающий также статистические свойства коммутируемых потоков телеграфных сообщений.

Под схемной гибкостью понимается возможность реализации универсальных коммутационных блоков, позволяющих подключать оконечные установки, работающие на различных скоростях и различными кодами и использующие различные методы синхронизации; приспособляемость системы к конкретным условиям эксплуатации станции, а также возможность ее использования при переходе на более высокие скорости телеграфирования. Наращивание емкости коммутационного оборудования подсистемы строится по модульному принципу.

Управление подключением вызовов в подсистеме должно осуществлять управляющее устройство, построенное по принципу замонтированной программы. С целью наращивания емкости управляющее оборудование должно строиться также по модульному принципу.

Изложены функции основных узлов как коммутационного, так и управляющего оборудования, а также даны принципы построения наиболее характерных из них.

*А. С. Подаков*

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ КОММУТАЦИИ КАНАЛОВ

Современные электронные системы коммутации дискретных сигналов (ЭСК) представляют собой сложную иерархическую структуру, объединяющую две подсистемы: подсистему коммутации; подсистему обработки дискретной инфор-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ными частотами. Количественное значение частоты обращения определяет приоритет очереди: чем выше частота, тем больше приоритет.

Для рассматриваемой модели получены выражения для среднего значения и функции распределения времени ожидания заявок в очередях. Предложены два способа определения частот обращения к очередям заявок. Производится разбиение множества потоков заявок на классы приоритетов и предлагается методика составления расписания.

*Е. С. Запасская*

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ С МОСТИКОВОЙ СТРУКТУРОЙ

Показывается возможность построения комбинационных конечных автоматов с мостиковой структурой, излагаются инженерные методы их структурного анализа и синтеза на основе применения в качестве функционального представления таких автоматов определенного класса систем уравнений булевой алгебры.

*В. А. Миличев*

### УПРОЩЕНИЕ СХЕМ АЛГОРИТМОВ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

При выполнении логической схемы алгоритма множество наборов логических переменных $M_{Ae}$ после выполнения оператора $Ae$ преобразуется в множество наборов $M'_{Ae}$. $M_{Ae} \in M$ и $M'_{Ae} \in M$, где $M$ — универсальное множество наборов, мощность которого равна $2^k$, а $k$ — число неодинаковых логических переменных, входящих в данную схему алгоритма.

Функция $Fe$, описывающая такое преобразование, ставится в соответствие каждому из операторов $Ae$:

$$M'_{Ae} = Fe\,(M_{Ae}).$$

Каждая переменная множества наборов преобразовывается независимо, поэтому можно задать функцию преобразования $f_{ji}$, описывающую преобразование переменной $P_i \in M_{Ae}$ в переменную $P'_i \in M'_{Ae}$.



Полная система преобразований $P'_i = f_{ji}(P_i)$ может быть задана булевыми функциями.

Функция $Fe$ выражается через множество функций $f_{ji}$.

Доказываются леммы о разбиении логическими условиями множеств наборов $M_{pi}$, предшествующих проверке этих условий.

Доказывается теорема 1 о том, что множества наборов $M_{Ai}$ связаны системой уравнений и что множества $M_{Pi}$ связаны системой уравнений с множествами $M_{Ae}$.

Приводятся следствия из теоремы 1 о недостижимости операторов и логических условий.

Показывается, что, применяя теорему 1 и доказанные леммы, можно определить множества $M_{Ae}$, для чего используется процесс итерации.

Выводится теорема 2 о необходимых условиях возникновения блокировки итерации и указывается метод ее разблокировки.

Приводится метод упрощения схемы алгоритма с помощью полученных множеств $M_{Ae}$.

Указывается путь для ускорения сходимости итерации.

Отмечается, что метод особенно эффективен при использовании ЭВМ.

*Э. Б. Ершова, Т. А. Куликова*

### ОБ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ КОММУТАЦИОННЫХ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УЗЛОВ СВЯЗИ

Принцип построения ИЦСС предполагает, что передача и распределение всех видов информации будет происходить в единой цифровой форме. Это, в свою очередь, приводит к тому, что системы коммутации и управления могут строиться на единых принципах. Особенностью пространственно-временны́х систем коммутации является наличие устройства, выполняющего преобразование сигнала по пространственной координате, имеющего $N$ входов и $M$ выходов. Структуру этого блока можно описать совокупностью $M$ логических функций:

$$F_j = \bigvee_{i=1}^{N} f_{ij}\, y_i, \ (j=\overline{1,M}),$$

где $f_{ij}$ — логическая переменная, соответствующая сигналу включения точки коммутации, принимающая значение 0 или 1 и вырабатываемая в устройстве управления в соответствии с условиями, определяющими множество разрешен-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ных состояний схемы; $y_i$ — логическая переменная, принимающая значения 0 или 1, соответствующая информационному сигналу, поступающему на $i$-й вход схемы коммутации и предназначенному для передачи на требуемый выход.

Задача оптимального построения блока преобразования пространственной координаты при заданной системе элементов сводится к задаче нахождения некоторой минимальной формы функции $F_j$ в базисе, описывающем выбранную систему элементов. При этом из всех возможных представлений логической функции в данном базисе выбирается такое, которое соответствует минимальной по стоимости коммутационной схеме.

Таким образом, задача выбора оптимальной структурной схемы блока преобразования пространственной координаты сводится к следующему: а) задание условий работы блока в виде логической функции $F_j$; б) выбор системы элементов, на которых предполагается реализация блока; и в) нахождение минимальной формы логической функции $F_j$ в базисе, соответствующем выбранной системе элементов: критерий минимальности — стоимость.

Получены зависимости условной стоимости точки коммутации от стоимости элементов заданной системы, что позволяет производить окончательную оценку пространственно-временных схем по их сложности.

*Г. П. Башарин, П. П. Бочаров,*
*В. Т. Лысенкова, И. П. Пацей*

## ОБ АНАЛИЗЕ И ОПТИМАЛЬНОМ СИНТЕЗЕ МНОГОЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ

В настоящее время при проектировании систем связи, управления и вычислительных систем большую роль играет изучение систем массового обслуживания (СМО) конечной емкости. В докладе рассматривается СМО, состоящая из $c$ идентичных приборов и $r$ мест для ожидания, т. е. емкостью $R=c+r$. На вход системы поступают $k$ пуассоновских потоков заявок с постоянной суммарной интенсивностью $\Lambda=\sum_{i=1}^{k}\lambda_i$. Время обслуживания для заявок $i$-го потока предполагается произвольным с функцией распределения $B_i(x)$ и конечными первыми моментами $b_i$ $\overline{i=1, k}$.



В модифицированных обозначениях Кендалла рассматриваемую СМО можно классифицировать как $\vec{M}_k \mid \vec{G}_k \mid c \geqslant 1 \mid r < \infty \mid f_i^j$, где нижний индекс описывает дисциплину выбора на обслуживании, а верхний — дисциплину принятия в систему. Например, $f_0^0$ означает отсутствие приоритета как при принятии в систему, так и при выборе на обслуживание.

После краткого обзора основных результатов приводится простая приближенная формула для стационарных вероятностей $p_\alpha$, $\alpha=\overline{0, R}$ числа заявок в системе $\vec{M}_k \mid \vec{G}_k \mid c \geqslant 1 \mid r < \infty \mid f_0^0$, зависящая от $c$, $r$, интенсивности нагрузки на один прибор и $\gamma=\frac{2}{1+c_в^2}$, где $c_в$ — коэффициент вариации функции распределения

$$B(X)=\sum_{i=1}^{k}\frac{\lambda_i}{\Lambda}B_i(X).$$

Формулируется общая задача оптимизации и приводится несколько примеров. Так, рассматривается задача оптимального выбора $c$ и $r$ в системе $\vec{M}_k \mid \vec{G}_k \mid c \geqslant 1 \mid r < \infty \mid f_0^0$ при фиксированной вероятности потерь $\pi$ и фиксированной нагрузке с точки зрения минимизации критерия $N=gc+r$, где $g$ — отношение стоимости одного прибора к стоимости одного места для ожидания. Следовательно, $N$ — стоимость системы в условных единицах. Требуется найти такую пару значений $c_0$ и $r_0$, чтобы выполнялось условие

$$gc_0+r_0=N_0=\min N(c, r, \vec{\lambda}, \vec{b}),$$

$$c\in X,\ r\in Y,\ \vec{\lambda}, \vec{b},\ \pi=\text{const}.$$

В качестве второго примера сравним между собой системы

$$\vec{M}_k \mid M \mid c \geqslant 1 \mid r < \infty \mid f_0^0$$

и

$$\vec{M}_k \mid \vec{M}_k \mid c \geqslant 1 \mid r < \infty \mid f_0^0.$$

Предположим, что в первой системе число мест для ожидания равно $r_1$, а число обслуживающих приборов в обеих системах одинаково и равно $c_0$. Можно показать, что при обслуживании с заданным уровнем потерь $\pi$ нескольких



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

ственно $1/\beta$ и 1. Для упрощения предусматривается отсутствие явных потерь сообщений, хотя предлагаемый метод применим и в более общем случае.

Выводится СУР и показывается, что она распадается на подсистемы, которые можно решать последовательно. Вводятся величины, которые находятся после решения СУР и через которые выражаются основные характеристики системы.

Предложенный численный метод позволяет оценить степень уменьшения потока повторных вызовов и улучшения качества обслуживания в зависимости от числа вводимых комплектов ожидания. Указывается область экономически целесообразного применения комплектов ожидания.

*М. А. Шнепс-Шнеппе*

## К РАСЧЕТУ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КВАЗИЭЛЕКТРОННОЙ АТС

Даны формулы расчета пропускной способности упрощенной модели квазиэлектронной АТС, управляемой маркером без памяти, отображающей состояние коммутационной системы. Из-за различия в скорости работы маркера (около 20 *мсек* на вызов) по сравнению с установлением пути в коммутационной системе (около 80 *сек*) возникает случайно меняющаяся доступность коммутационной системы, что учитывается в данном сообщении.

Предположения:

1) блок регистров представляет собой $v$-линейную полнодоступную систему с потерями, обслуживающую пуассоновский поток интенсивности $\lambda$, интенсивность обслуживания равна $\alpha$ (при экспоненциально распределенной длительности обслуживания);

2) обслуженные регистрами вызовы поступают в маркер, как в однолинейную систему с ожиданием (местами ожидания служат регистры, а время ожидания составляет дополнительную нагрузку на регистры), интенсивность обслуживания $\beta$, поток вызовов — пуассоновский (что приближенно верно при малых потерях вызова в блоке регистров);

3) коммутационная система состоит из $n$ блоков, маркер выбирает свободный путь в одном из доступных блоков и передает команду пересчетным схемам на установление соединения, которое длится экспоненциально распределенное время с интенсивностью $\gamma$; на это время блок недоступен маркеру; если соединение установить не удается, вызов теряется. Каждый блок представляет $u$-линейную полнодоступную систему, средняя длительность разговора $1/\sigma$.

Интенсивность потока на маркер $\lambda_m$ находим из системы уравнений:

$$\lambda_m = \lambda(1-\pi_r), \qquad \pi_r = E_v\left(\lambda, \frac{1}{1/\alpha + x}\right), \qquad x = \frac{\lambda_m/\beta}{1-\lambda_m/\beta},$$

где

$$E_n(a, b) = \frac{(a/b)\, n/n!}{\sum_{i=1}^{n} (a/b)\, i/i!};$$

$x$ — среднее время ожидания перед маркером.

Вероятность потерь вызова на коммутационной системе

$$\pi_к = \sum_{i=0}^{n} \frac{(\lambda_m/\gamma)\, i/i!}{\sum_{s=0}^{n} (\lambda_m/\gamma)\, s/s!} \quad E_{iu}\left(\frac{i}{n}\lambda_m, \delta\right).$$

Рассмотрен также вариант расчетных формул, когда дополнительную нагрузку создают повторные вызовы из-за потерь в регистрах, в коммутационной системе как рассматриваемой АТС, так и в следующих звеньях сети связи, а также дополнительные вызовы из-за ошибок набора и других особенностей поведения абонента.

*М. Ш. Захидов, Г. Я. Ляховецкий*

## О СРЕДНИХ ПОТЕРЯХ НАГРУЗКИ С КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ

Рассмотрены потери в полнодоступной ступени, находящейся под воздействием простейшего потока нагрузки, интенсивность которой распределена по равномерному закону. Выведена формула расчетной нагрузки, которая при соответствующем выборе параметров позволяет получить с достаточной точностью известную формулу Б. С. Лившица, найденную численным путем из рассмотрения нагрузки с нормально распределенной интенсивностью. Определена величина средних потерь и предложен метод их расчета, основанный на введении эффективной нагрузки.







Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*М. Ш. Захидов, Г. Я. Ляховецкий*

**ПРИБЛИЖЕННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВА ПРИБОРОВ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛНОДОСТУПНЫХ ПУЧКОВ ЛИНИЙ**

Получены приближенные формулы для пропускной способности и количества линий полнодоступных пучков линий. Одна группа формул имеет достаточную точность в области малых потерь (не более 0,015—0,020); другая группа — в области больших потерь (больше 0,050—0,100). Указаны некоторые применения найденных соотношений.

*Г. П. Башарин, В. А. Кокотушкин, В. А. Наумов, А. Л. Толмачев*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБСЛУЖЕННОЙ И ИЗБЫТОЧНОЙ НАГРУЗКИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ЕМКОСТИ**

Одной из основных задач теории телетраффика является изучение влияния структуры $S$ и алгоритма управления $Q$ на функционирование системы массового обслуживания (СМО) ограниченной емкости. Эти системы служат математическими моделями реальных коммутационных систем, АСУ, вычислительных систем и т. д., рассматриваемых как одно целое, или моделями некоторых подсистем реальных систем.

В теории телетраффика нагрузкой называется случайный процесс размножения и гибели, представляющий собой число одновременно обслуживаемых в некоторой системе заявок (вызовов, сообщений, программ и т. д.) с одинаковыми или различными характеристиками. Если входящие потоки пуассоновские, а длительности обслуживания экспоненциальные, то при выполнении стандартных условий независимости поступающая нагрузка называется пуассоновской первого или второго рода в зависимости от того, создаются ли входящие пуассоновские потоки бесконечным или конечным числом источников (абонентов). Нагрузка называется $k$-мерной, если число входящих потоков равно $k (1 \leqslant k < \infty)$, и однородной, если все заявки имеют одинаковые характеристики.

В результате взаимодействия с первичной обслуживающей системой $(S, Q)$ поступающая нагрузка разделяется на принятую к обслуживанию и избыточную (потерянную). Избыточная нагрузка сразу, а принятая к обслуживанию — после завершения обслуживания в системе $(S, Q)$ может направляться на вторичную систему, т. е. выходящий из системы $(S, Q)$ поток может быть входящим для некоторой вторичной системы. Вторичную систему для обслуженной нагрузки принято называть второй фазой обслуживания. Если разделение на последовательные фазы обычно диктуется существом самого процесса обслуживания, то выделение первичной и вторичной подсистем для избыточной нагрузки является в известной мере произвольным и зависит как от структуры системы и ее алгоритма управления $Q$, так и от цели исследования.

Из-за большой сложности многофазную систему или сеть, в которой обслуженная нагрузка предыдущей фазы является входящей для последующей, также часто бывает целесообразным исследовать сначала по подсистемам, которыми являются соответственно фазы или узлы. В теории массового обслуживания имеется ряд работ, посвященных исследованию избыточного и обслуженного потоков заявок, но для очень простых полнодоступных или для однолинейных систем. В теории телетраффика с 1955 г. начал развиваться метод эквивалентных замен для избыточной нагрузки, основанный на ее приближенном описании с помощью двух первых моментов.

Г. П. Башариным построена теория вычисления моментов любого порядка избыточной нагрузки произвольной системы $(S, Q)$ и дано ее обобщение на случай, когда одновременно рассматривается как избыточная, так и обслуженная нагрузка.

Однако создание общей теории является, хотя и важной, но не конечной целью исследования. Для решения задач анализа и синтеза СМО необходима разработка эффективных алгоритмов, асимптотических и приближенных формул, программ и таблиц, ориентированных на конкретные виды систем. В докладе излагается ряд новых результатов, полученных авторами в этом направлении.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

*В. Г. Маковеев*

### АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕЛЕВИЗИОННОМ ВЕЩАНИИ

Отмечается, что современный этап развития телевизионного вещания в нашей стране характерен централизацией как в распределении программ, так и в их формировании. Одновременно происходит рост объемов вещания, усложнение и удорожание программно-технической базы и сети каналов телевизионной связи. В связи с этим актуальными являются вопросы оптимизации управления телевизионным вещанием. Некоторые аспекты этой проблемы уже рассматривались в печати с позиций теории больших телевизионных систем (БТС). Намечен подход к вопросам организации технологических звеньев крупных телецентров. Накоплен определенный опыт создания и эксплуатации локальных систем программно-автоматического управления технологическими процессами на телецентре (устройство управления сменой спецэффектов, автоматический многопрограммный регулятор специального освещения в студиях). Созданы и вводятся в эксплуатацию информационно-поисковая система для программных материалов на базе ЭВЦМ «Минск-23», машина программного управления для аппаратно-программного блока телецентра. Разрабатываются система автоматизированного электронного монтажа видеофонограмм, устройство для программно-автоматической цветокоррекции в телекинопередатчиках, а также методы и математическое обеспечение для использования вычислительной техники в программном планировании телевизионного вещания, в обработке результатов реакции аудитории телезрителей и т. д.

Важным вкладом является создание методов и устройств дистанционного автоматизированного контроля параметров как канала передачи, так и самого передаваемого сигнала. Разрабатываются телевизионные информационные измерительные системы — обязательный первоначальный этап комплексной автоматизации в системах телевизионного вещания.



На этапе создания автоматизированных систем управления эксплуатационно-техническими процессами в ТВ вещании предстоит решить ряд проблем, связанных с выбором оптимальной технологии подготовки и проведения ТВ передач, структуры технических средств, с определением целесообразных границ систем и подсистем, подлежащих автоматизации, методов текущего и перспективного планирования с учетом творческой и технической реализации с обязательной оценкой ожидаемых затрат.

Автоматизация технических средств создания ТВ программ выдвигает новые требования к передающему оборудованию в части значительного повышения его надежности, автоматизации студийных комплексов, аппаратуры телекинопроекции и магнитной видеозаписи, изысканию эффективных методов коммутации, микширования, автоматического регулирования в телевизионных и звуковых каналах.

Хотя поэтапная реализация БТС в рассматриваемом варианте потребует весьма длительного срока, однако в настоящее время необходимо определить основные направления поисковых и научно-исследовательских работ, направленных на создание в дальнейшем технических средств, отвечающих требованиям БТС.

Основным путем повышения надежности аппаратуры телецентров является широкое внедрение интегральных схем и твердотельных преобразователей свет — сигнал вместо вакуумных передающих трубок. Такие портативные датчики видеосигналов могут коренным образом изменить технологию студийного ТВ вещания. Необходимо провести исследования оптимальных методов управления всем студийным комплексом (положение камер, спецосвещение, коммутация, микширование и т. п.).

Должны быть поставлены работы по совершенствованию систем специального освещения студий, в частности, путем применения мощных «световых диодов» (полупроводниковых лазеров) с высоким к. п. д. и большим сроком службы.

Необходимо проводить исследования и разработку методов, направленных на упрощение конструкций и материальной части художественно-декорационного оформления постановок путем широкого использования различных световых и цветовых эффектов, в том числе с помощью оптической фронт-проекции, электронной рир-проекции, объемных изображений, воспроизводимых средствами голографической техники.

Рассмотрение телевизионного вещательного комплекса с позиций «больших систем» позволяет полно и обоснованно



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

мощью управляющей машины, анализируется принцип ее построения, назначение и характеристики. Приведена структурная схема, где в качестве автоматического регулятора используется управляющая машина. Анализируется структура управляющей машины и возможности создания таких машин с помощью выпускаемых промышленностью типовых функциональных узлов.

*К. А. Ященко*

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕДАЧЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ

Из ряда процессов, которые могут быть автоматизированы в телевидении, в докладе рассмотрены:

1) автоматизация процессов управления планированием и подготовкой программ;

2) автоматизация процессов коммутации источников сигналов и программ.

Автоматизация этих процессов эффективна главным образом на крупных телецентрах.

При создании АСУП телецентров следует учитывать специфические особенности и принятую у нас технологию телевизионного вещания.

Принятая на Телевизионном техническом центре (ТТЦ) им. 50-летия Октября технологическая схема с децентрализацией технических средств и наличием программных аппаратных обеспечивает широкие творческие возможности при подготовке телепрограмм.

В то же время коммутационные операции локализуются в нескольких программных блоках, и их объем в каждом отдельном блоке сравнительно невелик. В этом году на ТТЦ начнется экспериментальная эксплуатация устройства автоматической коммутации. На основании ее результатов можно будет сделать выводы об объеме ее внедрения в дальнейшем.

Целесообразность автоматизации процессов управления планированием и подготовкой программ несомненна. Конкретный перечень таких процессов зависит от объема и структуры вещания, набора технических средств и других факторов, специфических для автоматизируемого телецентра.



*К. А. Ященко*

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ В СССР

Сейчас местное цветное телевещание осуществляется кроме Москвы еще в 5 городах страны. Цветные передачи Центрального телевидения ретранслируются в 77 городах.

Поставлена задача обеспечить в 1971—1975 гг. возможность создания местных программ цветного телевидения во всех столицах Союзных республик, в гг. Ленинграде, Свердловске, Горьком и Новосибирске и ретрансляцию цветных программ практически повсюду, куда будут подаваться программы Центрального телевидения. Для этой цели промышленностью предусмотрен выпуск необходимого студийного, внестудийного оборудования и средств видеозаписи. Цветное телевизионное вещание будет организовано несколькими способами в зависимости от местных возможностей:

— строительством новых аппаратно-студийных блоков цветного телевидения;

— заменой оборудования черно-белого телевидения на цветное в действующих аппаратно-студийных блоках;

— использованием автономных телекинопроекционных и ПТС цветного телевидения.

Последний вариант является временным.

Перед промышленностью стоит задача разработки в этой пятилетке нового поколения оборудования цветного телевидения с более высокой чувствительностью камер, использованием интегральных и твердотельных схем, автоматизацией процессов настройки и регулировки, внедрением других новейших достижений науки и техники.

Не позднее начала следующей пятилетки нужно перейти на оснащение телецентров оборудованием нового поколения.

*В. И. Пархоменко*

### РАЗВИТИЕ МАГНИТНОЙ ВИДЕОЗАПИСИ В ТЕЛЕВИЗИОННОМ ВЕЩАНИИ

Приводятся сведения о состоянии и развитии техники магнитной видеозаписи в стране. Указывается, что начало регулярного применения магнитной видеозаписи в отечественном телевидении относится к 1963—1964 гг. За прошедшие годы она получила широкое развитие, что существенным образом изменило технологию телевизионного вещания.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Процесс телевизионного вещания приобрел черты, аналогичные радиовещанию, для которого характерным является заблаговременная подготовка программ в записи на магнитной ленте.

Наряду с Центральным телевидением видеомагнитофонами оснащены все республиканские телецентры и телецентры крупных промышленных городов.

Видеомагнитофоны отечественного производства используются также в ряде телецентров в других странах.

Особую роль магнитная видеозапись приобрела на современном этапе в связи с развитием цветного телевидения и расширением зоны приема Центрального телевидения.

В телевизионном вещании используются по ряду причин преимущественно видеомагнитофоны с четырьмя вращающимися головками.

В Советском Союзе разработано и выпускается промышленностью несколько типов видеомагнитофонов для телевизионного вещания.

С 1963 по 1968 гг. выпускались видеомагнитофоны типа КМЗИ и «КАДР-1». С их помощью была решена проблема подготовки программ для черно-белого телевидения. Они использовались для освещения по телевидению важнейших политических событий страны и первых полетов советских космонавтов. Эти видеомагнитофоны вошли в состав сети «Орбита», обеспечив необходимый временной сдвиг программ Центрального телевидения при передаче их в удаленные районы Советского Союза.

Следующим этапом в развитии техники магнитной видеозаписи явилось создание второго поколения отечественных видеомагнитофонов.

В 1967 г. закончилась разработка и осуществлен выпуск промышленной партии видеомагнитофонов «Электрон-2» для телевизионного центра в Останкине.

С 1968 г. начался промышленный выпуск видеомагнитофона «Кадр-3».

Оба видеомагнитофона выполнены на полупроводниковых приборах. Они снабжены устройствами и системами, необходимыми для использования их в системе телевизионного вещания.

К ним, в частности, относятся:

— система синхронизации видеомагнитофона со студийным синхрогенератором по кадрам и строкам,

— система электронного монтажа,

— система синхронной работы,



— система компенсации временны́х искажений,

— система компенсации выпадений сигнала.

Видеомагнитофон «Электрон-2» был выпущен для записи сигналов черно-белого телевидения.

В дальнейшем в результате проведенной модернизации он был приспособлен также для записи цветных телевизионных передач.

Видеомагнитофон «Кадр-3» предназначен для записи черно-белых и цветных телевизионных передач.

Видеомагнитофон «Кадр-3» обеспечивает хорошее качество цветного изображения и возможность получения путем перезаписи третьей цветной копии, незначительно отличающейся от оригинала.

Опыт эксплуатации показал также достаточную надежность видеомагнитофона.

На протяжении всех лет, начиная с момента серийного производства, видеомагнитофон «Кадр-3» подвергается непрерывно модернизации, что позволило сохранить его показатели на современном уровне.

Намечен большой объем работ по модернизации. Модернизация преследует две основные цели:

а) улучшение качественных показателей, а также нормирование их;

б) повышение эксплуатационной надежности и удобства обслуживания.

Основное внимание обращается на улучшение отношения сигнал/шум, а также на другие параметры, которые ограничивают качество воспроизводимого изображения. Эта задача является комплексной, так как связана не только с усовершенствованием видеомагнитофона, но и с улучшением магнитных сплавов для головок и магнитных лент.

В последние годы в результате развития техники магнитной записи появилась возможность создания компактных, экономичных в эксплуатации одноголовочных видеомагнитофонов с параметрами, приближающимися к требованиям телевидения.

Видеомагнитофоны этого типа в ряде случаев могут найти применение в телевидении.

Начата разработка базовой модели одноголовочного видеомагнитофона с параметрами, необходимыми для записи черно-белых и цветных изображений.

Базовая модель явится основой для создания различных модификаций видеомагнитофонов, в том числе для передвижных станций и телевизионных студий.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

времени сигналов яркости и цветности, сигналы для контроля амплитудно-частотных характеристик в дискретных точках и дифференциальных искажений. Приводятся графики, по которым легко определить искажения характерных параметров указанных испытательных сигналов в зависимости от их размаха на входе телевизионного передатчика.

*Ю. И. Серебряков*

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ РАЗВЕРТКИ

В докладе отмечается, что к современным схемам телевизионных разверток предъявляются достаточно высокие требования в отношении постоянства формы генерируемых импульсов, стабильности размаха колебаний. Для удовлетворения этим требованиям широко применяют обратную связь, позволяющую улучшить параметры развертывающих устройств. Рассматриваются пути усовершенствования схем телевизионных разверток.

В блоках кадровой развертки чаще всего отклоняющие катушки подключают к выходному каскаду по трансформаторной или дроссельной схемам. При этом для получения линейного пилообразного тока в отклоняющих катушках к выходному каскаду требуется подвести существенно нелинейный сигнал. Задающий генератор обычно позволяет формировать достаточно линейные пилообразные импульсы. Чтобы в этих условиях обеспечить линейно изменяющийся ток в отклоняющих катушках, вводят специальные формирующие цепи и схему охватывают обратной связью. Наряду с решением основной задачи — линеаризации развертки, обратная связь дает возможность повысить стабильность работы схемы и тем выгодно отличается от методов линеаризации, основанных только на использовании формирующих цепей.

В распространенных в настоящее время схемах кадровой развертки используется частотно-зависимая обратная связь. За счет преднамеренного искажения сигнала обратной связи необходимая степень линеаризации достигается при относительно небольшой глубине обратной связи.

При использовании частотно-независимой обратной связи та же степень линеаризации достигается при большей в два-три раза глубине обратной связи. Как правило, в таких схемах, по сравнению с устройствами с частотно-независимой обратной связью, требуется дополнительный усилительный каскад. Приводятся расчетные соотношения.

Рассмотренные выше схемы развертки требуют исходного сигнала пилообразной формы, и ток в отклоняющих катушках зависит от формы исходного сигнала.

При дальнейшем увеличении глубины обратной связи и использовании в качестве сигнала обратной связи импульсов, пропорциональных первой производной (по времени) тока отклоняющей системы, можно построить схему, которая требует исходного сигнала в виде прямоугольных импульсов. Основные выходные параметры такой схемы развертки не зависят от формы входного сигнала и определяются свойствами нагрузки и глубиной обратной связи. Такое решение представляется удобным при выполнении задающей части блока развертки, например, в интегральном исполнении.

Наряду с улучшением линейности, правильное использование обратных связей позволяет повысить стабильность выходных параметров развертывающих схем, создавать высококачественные схемы, отвечающие современным требованиям телевизионных устройств черно-белого, цветного и прикладного телевидения.



*Л. П. Сорензон*

### О ВЛИЯНИИ НЕЛИНЕЙНОСТИ ТРАКТА НА КАЧЕСТВО ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Приведены результаты теоретических расчетов изменений яркости цветных объектов при неполной гамма коррекции трактов цветного телевидения. Показано, что изменение контрастности за счет увеличения общей гаммы преобразования свет — сигнал — свет в пределах допусков, принятых в черно-белом телевидении, не приводит к заметным искажениям изображения.

Приведены теоретические расчеты изменения указанных параметров при наличии в электрическом тракте искажений, вызванных нелинейностью усилителей, преобразователей и т. д. Показано, что изменения параметров в пределах цветового пространства значительно зависят от формы характеристики нелинейности. Рассчитаны сдвиги яркости и цветности для опорных цветов при рассмотренных выше искажениях. Эти сдвиги при реальных искажениях в тракте достигают 7—8 порогов. Приводятся данные сдвигов для реальных искажений в тракте. Указывается, что неполная гамма коррекция в ц. т. трактах может в ряде случаев улучшить качество цветных телевизионных изображений.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ РАДИОВЕЩАНИЯ, ЭЛЕКТРОАКУСТИКИ И ЗВУКОЗАПИСИ

*Н. Т. Молодая, Л. З. Паперное, Ю. С. Рысин, С. И. Суздалев, П. П. Торощин*

### АНАЛИЗ ШУМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМ

Борьба с шумом в помещениях предприятий проводной связи в настоящее время является первостепенной задачей. В связи с этим сотрудниками кафедры радиовещания и электроакустики МЭИС были измерены спектры шума более чем в 300 производственных помещениях предприятий проводной связи.

Для измерения уровней шумов использовался комплект измерительной аппаратуры фирмы «Брюль и Къер», состоящий из шумомера типа 2203 с набором октавных фильтров типа 1613 и измерительного микрофона типа 4131. Измерения проводились в нескольких точках помещения (от 3 до 12 в зависимости от объема помещения). Точки выбирались на рабочих местах на уровне головы работающего, например, в проходах между рядами стативов, между столами телеграфистов, а также в главных проходах. Полученные результаты отдельных измерений усреднялись.

Для более подробного анализа шума производилась суточная его запись на самописце типа 2305. При этом микрофон устанавливался в центре помещения. Одновременно с этим были получены функции распределения уровней акустических шумов за интервалы времени, равные одному часу, а также за сутки с помощью 12-канального статистического анализатора типа 4420.

Как известно, для предприятий проводной и почтовой связи действующими в настоящее время нормами являются «Временные ведомственные нормы допустимого шума на предприятиях проводной и почтовой связи (ВВНДШ)». Основные недостатком этих норм является не совсем правильная классификация помещений. В связи с этим не всегда



ясно, как производить сравнение реально наблюдаемых в помещении шумов с действующими нормами. Кроме того, в последнее время на предприятиях связи появилось новое сложное оборудование, которое несколько изменило характер труда (координатные станции, бесшнуровые коммутаторы и т. п.). В связи с этим возникла необходимость произвести уточнение ВВНДШ.

На основе проведенной работы предлагается уточненная классификация производственных помещений предприятий связи по характеру источников шума и труда, а также уточненные нормировочные кривые предельного спекта (ПС) для каждой группы помещений.

Все производственные помещения предприятий проводной связи можно разделить на следующие группы:

1. Помещения, где основным источником шума являются люди. К ним относятся коммутаторные и справочные залы, бюро ремонта и т. п. Для этих залов может быть оставлена нормировочная кривая ПС-55.

2. Помещения, где основным источником шума являются телеграфные и фототелеграфные аппараты. Это — аппаратные и коммутаторные залы телеграфов, фотоаппаратные. Для этих помещений следует предложить нормировочную кривую ПС-60.

3. Помещения с коммутационным оборудованием шаговой, машинной, координатной и электронной систем. К ним относятся: автозалы АТС, автоматные и полуавтоматные залы МТС, цеха ПС и АТ телеграфов.

Для автозалов АТС шаговой и машинной системы может быть рекомендована нормировочная кривая ПС-65; для автоматных залов МТС и цехов ПС и АТ телеграфов — кривая ПС-60; во всех залах с коммутационным оборудованием координатной системы — кривая ПС-55, в перфораторных МТС — кривая ПС-70.

4. Помещения с промежуточной и оконечной аппаратурой уплотнения. К ним относятся ЛАЦ (У) МТС, цеха КРР АТС и цеха тонального телеграфа ЦТ. Для этих помещений предлагается нормировочная кривая ПС-55.

5. Помещения кроссов. Для них может быть рекомендована кривая ПС-55.

6. Подсобные помещения. Подсобные помещения могут быть с собственными источниками шума (цеха электропитания, регулировочные мастерские и т. д.) и без собственных источников шума (кабинеты, лаборатории и т. п.).



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Для различных помещений этой группы рекомендованы нормировочные кривые от ПС-45 до ПС-80.

Существующие методы борьбы с шумом можно подразделить на две большие группы — инженерные методы и методы организационно-технические. К первой группе относятся звуко- и вибропоглощение, звуко- и виброизоляция, а также экранировка. Ко второй группе относятся мероприятия по замене шумного оборудования менее шумным, рациональное размещение и правильная эксплуатация оборудования и т. п.

Как показали расчеты, в основных производственных помещениях предприятий проводной связи можно добиться снижения шума на 10—14 *дб,* если применять следующие методы борьбы:

1. Акустическую обработку ограждающих поверхностей (стен и потолка) помещений звукопоглощающими (ЗП) материалами с максимальным коэффициентом ЗП в области средних и высоких частот $\alpha_{ср} = (0{,}6 \div 0{,}9)$. Хорошим ЗП материалом для этой цели являются плиты «Брекчия», ПА/С, травертон, акмигран и др.

2. Устанавливать диафрагмы, обработанные ЗП материалом. Диафрагмы могут быть изготовлены из дерева, пластмассы, металла. Высота их должна быть не менее $^1/_4$ высоты помещения. Шаг расстановки поперечных диафрагм около 6 *м*, но чаще определяется конструктивной сеткой зала.

3. Установку экранов, которые изготавливаются из дерева, пластмассы, металла и т. д. Экраны должны быть обработаны ЗП материалом.

4. Звукоизолирующие кожуха, выгородки и кабины, а также виброизолирующие прокладки и вибропоглощающие мастики.

Дополнительное снижение шума можно получить, если на полу настелить ковры на латексной основе, окна завесить драпировочной тканью, а также применить штучные звукопоглотители, если это позволяет размещение аппаратуры.

В процессе проведения мероприятий по борьбе с шумом необходимо обратить внимание на правильную эксплуатацию оборудования. Так, например, открытый кожух у телеграфного аппарата может увеличить уровни шума более чем на 5 *дб*. Необходим текущий и профилактический ремонт оборудования, смазка трущихся частей, демпфирование «звенящих» частей и т. д.

Большой эффект дает замена шумного оборудования малошумным (шаговые искатели на координатные соединители, аппараты типа СТ-35, СТ-2М на аппараты типа ЛО-133, Т-100, РТА-70 и т. п.).



Переход на автоматическую связь позволит полностью исключить ручную коммутацию на МТС, труд телеграфисток при переприеме на телеграфе.

На проектируемых предприятиях связи необходимо предусмотреть такие мероприятия, как рациональное размещение помещений, рациональное размещение оборудования, использование малошумящей системы вентиляции и т. п. Правильное проектирование предприятий проводной связи, использование современной малошумящей аппаратуры, нормальная эксплуатация оборудования позволят снизить уровень шумов до предлагаемых в проекте норм.

*Н. Т. Молодая, А. В. Никонов, Ю. С. Рысин*

## ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМОМЕРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ

Шум, создаваемый отдельными видами аппаратуры связи, имеет импульсный характер. При измерении акустической мощности такой аппаратуры шумомерами с различными временными характеристиками можно получить сильно различающиеся показания.

В настоящей работе проведено исследование возможного расхождения в показаниях шумомеров с различными значениями времени интеграции и времени возврата при измерении импульсных шумов. Предварительно были исследованы временные характеристики шумомеров трех типов (Ш-63 — СССР, 2203 — Дания, PSI-201 — ГДР) при различных режимах работы, а также микрофонного усилителя 2604 (Дания), который может быть использован в качестве шумомера. Значения времени интеграции, найденные по временным характеристикам, колеблются от 23 *мсек* (PSI-201 в импульсном режиме работы) до 700 *мсек* (2604 в режиме работы «медленно» со среднеквадратичным детектором).

В заглушенной камере МЭИС были проведены измерения уровней акустических шумов для пяти декадно-шаговых искателей, которые при движении ротора излучают серию импульсов длительностью $t_и = 40$ *мсек* с периодом следования $T = 100$ *мсек*.

На основании проведенных измерений была построена усредненная зависимость показаний шумомера в децибелах от его времени интеграции, из которой видно, что с увеличением времени интеграции от 23 до 700 *мсек* показания прибора уменьшаются с 96 до 83 *дб* (т. е. на 13 *дб*), что яв-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

нужно измерить защищенность на дальнем конце, считая конец со стороны усилительных станций за дальний. Для оценки сигнал/переходная помеха между линиями обратного звукового контроля и линиями подачи программ вещания нужно измерять собственное затухание соединительных линий и переходное затухание на ближнем, со стороны усилительных станций, конце. При этом нужно учитывать метод коррекции соединительных линий и линий обратного звукового контроля.

*А. Н. Игнатов, Н. Т. Молодая, Л. З. Папернов, Г. А. Шмалей*

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ОЗВУЧЕНИЯ И ЗВУКОУСИЛЕНИЯ В ЗАЛАХ НА МОДЕЛЯХ

При проектировании систем озвучения и звукоусиления в закрытых помещениях определяются такие параметры будущей системы, как результирующий уровень звукового поля, акустическое отношение, неравномерность поля прямого звука. Расчет этих параметров производится приближенно, влияние первых отражений не учитывается. В то же время при акустическом проектировании зрительных залов и аудиторий успешно применяется масштабное моделирование (Качерович А. Н., Гардашьян В. М. и др.).

Авторы настоящего сообщения считают, что методы динамического моделирования могут быть полезны при исследовании проектируемых систем ОЗ и ЗУ. Для сохранения подобия модель должна воспроизводить все характерные особенности помещения, в том числе рассеивающие и отражающие поверхности, равенство звукопоглощения на соответствующих частотах, подобное размещение микрофонов и излучателей на модели. Характеристики направленности излучателей должны быть подобны характеристикам используемых в помещении громкоговорителей, поэтому размеры излучателей должны быть уменьшены пропорционально масштабам модели. Располагая излучатели соответствующим образом, можно установить не только ожидаемый уровень прямого звука, но и относительные амплитуды первых отраженных сигналов на различных местах в зале.

Качество работы системы звукоусиления во многом зависит от предельного индекса усиления. Моделируя акустические условия, в которых находится микрофон, можно установить, насколько меняет индекс усиления применение акустической обработки расположенных вблизи поверхностей.



Большие затруднения возникают при моделировании направленных микрофонов. При масштабе 1 : 20 модель микрофона имела бы размеры в несколько миллиметров. Поэтому исследования приходится вести в основном с ненаправленными микрофонами.

Для исследований на моделях был создан комплект специально изготовленной аппаратуры. В качестве модели звуковых колонок использовались излучатели конденсаторного типа, размеры излучающей поверхности изменялись накладками. В качестве микрофонов использовались пьезокерамические приемники звукового давления. Весь электроакустический тракт был исследован в диапазоне от 2 до 40 *кгц*. Проведенные эксперименты подтвердили, что измерения на моделях дают ценную для акустического проектирования информацию.

*Л. М. Кононович*

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО РАДИОПРИЕМА

1. Предусмотрено широкое развитие стереофонического радиовещания в текущей пятилетке. В связи с этим перед радиопромышленностью ставится ряд задач по обеспечению радиослушателей достаточным количеством стереофонической приемной аппаратуры высокого качества.

2. Стереофонические приемники обладают рядом особенностей, связанных с необходимостью неискаженного воспроизведения комплексного стереосигнала. В новых моделях стереофонических радиол удалось лишь частично реализовать необходимые требования к стереотракту. Поэтому работы по совершенствованию стереотракта продолжаются.

3. В процессе работ по дальнейшему совершенствованию стереофонических приемников удалось заметно улучшить параметры тракта высокой (промежуточной) частоты, а также параметры стереодекодеров. Было, в частности, показано, что нелинейные искажения в тракте высокой частоты в значительной степени определяются неполным подавлением АМ, возникающей в приемнике. Это заставило несколько изменить принципы проектирования тракта промежуточной частоты стереоприемников.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

мы, в которой осуществляется централизованное управление всеми техническими средствами одновременно с решением таких задач, как управление ресурсами, планирование, информационный поиск и т. д. (Япония — NHK). Второй путь — создание локальных систем управления.

Несмотря на существенные преимущества интегральной системы, мы считаем в наших условиях более целесообразным создание типовых локальных систем управления, приспособленных для работы в системе управления более высокого уровня иерархии. Этот путь дает возможность создавать автоматизированные комплексы с разной степенью автоматизации различного объема и соответственно разной стоимости.

3. Степень автоматизации и соответственно степень участия человека в контуре управления для различных звеньев звукового тракта различны. Там, где можно составить алгоритм работы оператора (т. е. формализовать операции управления), оказывается возможным ввести полностью автоматизированное управление. Там, где превалирует творческий характер труда, в настоящее время возможна лишь частичная автоматизация. В рассматриваемой области процессы вещания поддаются практически полной автоматизации, процессы записи — частичной.

4. Автоматизация процессов вещания базируется на применении обычных и кассетных магнитофонов, управляемых либо по жесткой программе, либо по более сложному алгоритму. В последнем случае необходима управляющая ЭВМ. Основными проблемами здесь являются: создание высококачественных надежных автоматизированных устройств воспроизведения магнитных записей (кассетных магнитофонов и т. д.), создание удобной в эксплуатации системы связи ЭВМ — устройство воспроизведения, автоматизация поиска и доставки магнитных лент с фонотеки и установки их на магнитофоны, автоматическая коррекция установочного уровня до начала воспроизведения фрагмента.

В докладе кратко рассматриваются некоторые пути решения этих проблем. В частности, возможен путь записи в аналоговой форме музыкальных и речевых звуковых сигналов непосредственно в запоминающее устройство (ЗУ) ЭВМ на магнитной ленте. Очевидно, что ЗУ должно быть к этой цели специальным образом приспособлено. При формировании программы из записанных отрывков в этом случае используется хорошо разработанная система связи ЭВМ — ЗУ.

5. Необходимость автоматизации процессов записи связана с проблемой снижения психофизиологической нагрузки звукорежиссера путем частичного освобождения его от выполнения рутинных функций, а также путем усовершенствования средств связи звукорежиссера с пультом управления. Основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться при автоматизации процессов записи, — задача алгоритмизации функций звукорежиссера, проблема принципиального усовершенствования индикаторов уровня, проблема программирования некоторых коммутационных операций и ряд других. В докладе приводится алгоритм работы звукорежиссера при регулировании динамического диапазона и кратко обсуждается схема оптимального авторегулятора, построенного по данному алгоритму. Рассматривается ряд проблем, связанных с изменением схем звукового тракта при автоматизации.

6. Задача автоматизации коммутационных операций ставится как в специальных коммутационно-распределительных аппаратных, так и в комплексах записи и вещания. Обсуждаются некоторые проблемы, связанные с созданием коммутационных матриц и систем управления подобными устройствами.

7. Отсутствие субъективного контроля в большом числе точек автоматизированного звукового тракта приводит к необходимости уделить особое внимание устройствам автоматического перехода на резерв. Исследованы пути построения устройств автоматического резервирования по уровню звука на операционных усилителях, построено и исследовано устройство автоматического резервирования на элементах цифровой (дискретной) техники.

## III. Вопросы усовершенствования оборудования основного звукового тракта

1. Перевод звуковой аппаратуры на интегральные микросхемы вызван необходимостью повысить ее надежность, улучшить удобства обслуживания, расширить технологические возможности, уменьшить трудоемкость производства и расширить возможность унификации элементов и блоков как в пределах одного тракта, так и между стационарной и передвижной аппаратурой. Увеличение надежности связано с бóльшей надежностью интегральных схем по сравнению со схемами на дискретных элементах, сокращением числа межблочных соединений, возможностью применения более прогрессивной технологии изготовления (межблочного печатного монтажа, многослойной печати и т. д.). Расширение технологических возможностей обусловлено лучшим использованием объема блоков и возможностью размещения в тех же





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Это дает возможность воспринимать уровнеграмму как определенный зрительный образ и выделять области, наиболее важные для принятия решений. Прибор позволяет звукорежиссеру переключать свое внимание на другие приборы, исключает необходимость запоминания ряда промежуточных значений уровня и тем самым снижает его психофизиологическую нагрузку.

3. Схема двумерного индикатора содержит запоминающее устройство, блок периодического считывания и устройство отображения. Рассмотрены пути реализации схем двумерных индикаторов уровня.

*Л. Б. Устинова, Р. А. Кууск*

### ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТУДИЙНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Для характеристики шумовых свойств студийных усилителей используется интегральный (в полосе 20 *гц* — 20 *кгц)* коэффициент шума и спектральная плотность напряжения шума, приведенная ко входу первого каскада. Коэффициент шума унифицированного студийного усилителя типовых телецентров (У-50), построенного на дискретных элементах, в зависимости от типа входного транзистора колеблется в пределах от 4 до 1,5 *дб*.

Произведены измерения собственных шумов выпускаемого промышленностью интегрального операционного усилителя КIУТ401 и гибридно-пленочного усилителя, построенного на базе интегральных схем КIУТ221 в схемах микрофонного и смесительного студийных усилителей. Измерения показали, что около половины общего количества обследованных усилителей каждого типа при соответствующем выборе параметров схемы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к высококачественным студийным устройствам, т. е. имеют коэффициент шума $<3{,}5$ *дб* при оптимальном сопротивлении источника сигнала.

Были проведены исследования спектральных и интегральных характеристик собственных шумов отечественных полевых транзисторов разных типов с целью выяснения возможности использования их в малошумящих усилителях студийного тракта. Исследования показали, что для некоторых типов полевых транзисторов (КП-303, КП-302) основным источником шума в полосе звуковых частот является тепловой шум канала.

Было выяснено, что 50% обследованных транзисторов типа КП-303 при сопротивлении источника сигнала 4 *ком* обладают коэффициентом шума менее 3 *дб*, т. е. вполне пригодны для применения в высококачественных студийных усилителях.



*М. С. Хвиливицкий*

### ВОПРОСЫ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК УПРАВЛЯЕМЫХ ЗВЕНЬЕВ АВТОРЕГУЛЯТОРОВ УРОВНЯ

1. Управляемые звенья — основные элементы, определяющие качество авторегуляторов уровня радиовещательных сигналов. В ряде случаев управляемые звенья строятся на основе управляемых сопротивлений (фотосопротивлений, магнитоуправляемых сопротивлений, диодов, входных и выходных сопротивлений транзисторов, в том числе и полевых транзисторов и т. д.). Приводятся результаты расчета линейных и нелинейных характеристик управляемых звеньев такого типа.

2. Регулировочная характеристика, а также входное и выходное сопротивления звена рассчитываются при помощи аппарата теории четырехполюсников. Получены характеристики ряда наиболее употребительных схем звеньев. Приведены также результаты расчета глубины регулировки, реализуемой выбранной схемой звена.

3. Напряжение шума, приведенное ко входу звена, вычисляется при помощи системы *R, G, K*-параметров. Рассчитаны шумовые характеристики ряда распространенных схем звеньев.

4. Расчет нелинейных искажений предлагается вести путем замены всей линейной части схемы звена эквивалентным напряжением и сопротивлением. Получены соотношения для расчета эквивалентных параметров ряда схем звеньев, а также выражение для расчета коэффициента гармоник во всем диапазоне регулировки.

5. Выполненные расчеты направлены на поиски оптимальных режимов работы звена и авторегулятора уровня в целом.

*С. Е. Юрьева*

### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ УРОВНЯ

Автоматические регуляторы уровня вещательного сигнала рассматриваются как частный случай нелинейных систем ав-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

томатического управления. Поскольку вещательный сигнал — сложный случайный процесс, при теоретическом анализе авторегуляторов используются статистические методы, что позволяет рассмотреть поведение авторегуляторов в реальных условиях. Принят один из приближенных методов статистической динамики нелинейных автоматических систем — метод статистической линеаризации нелинейных преобразований.

Статистический анализ проводится при моделировании случайного входного воздействия в виде мгновенных значений вещательного сигнала и в виде его огибающей. На обеих моделях исследован автоматический регулятор уровня с упреждением, на первой, помимо того,— компрессор с обратной регулировкой.

При принятых моделях входного сигнала по функциональным схемам авторегуляторов составляются их структурные схемы в виде сочетания линейных безынерционных и инерционных звеньев и нелинейных безынерционных звеньев. Составляются описывающие структурные схемы системы уравнений.

Для решения систем к нелинейным элементам — детектору и управляемому звену — применяется статистическая линеаризация. Определяются статистические характеристики и эквивалентные статистические коэффициенты усиления по случайной составляющей. Системы уравнений разрешаются относительно математических ожиданий и случайных составляющих искомых функций.

В результате анализа авторегуляторов при моделировании входного воздействия в виде мгновенных значений оценено изменение дисперсии мгновенных значений, а следовательно, и среднего уровня вещательного сигнала, а также кратковременных корреляционных связей на выходе исследуемых авторегуляторов в зависимости от степени сжатия динамического диапазона и среднего значения входного сигнала.

В результате анализа авторегулятора уровня с упреждением при моделировании входного воздействия в виде огибающей определено изменение математического ожидания (среднего значения), дисперсии, корреляционной функции и энергетического спектра огибающей на его выходе в зависимости от степени сжатия, временных параметров авторегулятора и статистических характеристик огибающей на входе.

Сопоставление результатов теоретического и экспериментального исследований авторегулятора с упреждением показало хорошее согласование полученных результатов.



*М. С. Яхнина*

## УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ТРАКТОВ ПО УРОВНЮ ЗВУКА

Устройства автоматического резервирования (УАР) можно рассматривать как один из элементов автоматизации звукового оборудования радиодомов и телецентров. УАР работает на реальном вещательном сигнале и может сопоставлять либо вход — выход одного канала, либо выходы двух параллельных каналов. УАР состоит из схемы сравнения сигналов в каналах, схемы сравнения разбаланса сигналов с заданным порогом перехода на резерв, схемы сигнализации о неисправном канале и исполнительного механизма. Рассмотрены пути построения УАР с применением аналоговой и цифровой схемотехники. Аналоговое УАР построено на типовых интегральных операционных усилителях и состоит из двух логарифмирующих элементов, двух детекторов, вычитающего устройства, пороговой схемы сравнения, схемы сигнализации и исполнительного механизма. Диапазон сравниваемых сигналов 34 *дб*, максимальная погрешность $\pm 1{,}5$ *дб*, входное сопротивление 5,1 *ком*. Частотная характеристика равномерна до 10 *кгц*.

При исследовании аналогового УАР рассматривался вопрос точности прибора и связанный с ним вопрос чувствительности устройства. Оценивалось влияние конечности коэффициента усиления и входного сопротивления разомкнутого операционного усилителя, прямых и обратных сопротивлений диодов, разброса напряжений отпирания диодов, разбросов номиналов резисторов в диодных цепочках на точность логарифмирования.

Цифровое УАР включает в себя два преобразователя напряжение — код и цифровую схему сравнения. Цифровая схема сравнения состоит из устройства вычитания, дешифратора, схемы «ИЛИ» на 10 входов, схемы введения порога и исполнительного устройства. Исследовался цифровой УАР, выполненный на типовых интегральных микросхемах МИГ-1. Цифровое УАР работает в диапазоне 66 *дб* и может обеспечить практически любую заданную точность. Однако высокая стоимость цифровых интегральных микросхем в настоящее время сдерживает широкое внедрение подобных устройств в радиовещательную практику.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

характеристик канала магнитной записи — воспроизведения гармонических сигналов с высокочастотным подмагничиванием (в ч. п.). Предполагалось, что остаточная намагниченность рабочего слоя носителя вызвана только продольной составляющей поля головки записи. Для учета неравномерности поля головки записи в рабочем слое носителя расчет остаточной намагниченности носителя производился послойно. Выбор числа парциальных слоев определялся заданной допустимой неравномерностью поля головки записи.

В каждом из парциальных слоев носителя рассчитывались действительная и мнимая составляющие спектра остаточной намагниченности при относительно слабом сигнале записи. Расчет производился для бесконечно тонкого слоя носителя, эквивалентного по своим характеристикам парциальному слою конечной толщины.

При расчете характеристик всего тракта записи — воспроизведения для каждого парциального слоя носителя учитывались пространственные и слойные потери, вызывающие размагничивание записанного гармонического сигнала в процессе воспроизведения, а также частотные потери в головках записи и воспроизведения. Кроме того, учитывались и потери из-за необратимого процесса саморазмагничивания.

Суммарный поток от всех слоев носителя через обмотку головки воспроизведения $\Phi_\Sigma(\Omega)$ и э. д. с. на ее выходе $E_\Sigma(\Omega)$ в зависимости от волновой плотности записи определялись из выражений

$$\Phi_\Sigma(\Omega) = b \cdot \mu_0 S(\Omega\delta) \sum_k J_{r_k}(\Omega) \cdot K ad_k(\Omega) \cdot K n_k(\Omega) \times K_f(\Omega) \Delta d_k$$

и

$$E_\Sigma(\Omega) = \Omega \cdot \Phi_\Sigma(\Omega),$$

где $b$ — ширина носителя; $\Omega$ — волновая плотность записи; $\mu_0$ — магнитная проницаемость вакуума; $S(\Omega\delta)$ — щелевая функция головки; $J_{r_k}(\Omega)$ — модуль намагниченности $k$-го слоя; $\delta$ — полуширина рабочего зазора; $\Delta d_k$ — толщина $k$-го парциального слоя носителя; $Kad_k(\Omega)$ — коэффициент пространственных и слойных потерь $k$-го слоя; $Kn_k(\Omega)$ — коэффициент потерь из-за необратимого процесса саморазмагничивания, $K_f(\Omega)$ — коэффициент частотных потерь в головках записи и воспроизведения.

При расчете фазово-волновой характеристики тракта для исключения составляющей фазовой характеристики, линейно изменяющейся по частоте, фазовые сдвиги оценивались как разность суммарного фазового сдвига (линейной и нелинейной его частей) и сдвига, вызванного смещением максимума функции чувствительности тракта.

При этом для нахождения собственной фазовой характеристики тракта записи — воспроизведения для каждого значения плотности записи послойно суммировались действительные и мнимые составляющие потоков парциальных слоев, а затем с помощью обратного преобразования Фурье определялась эквивалентная функция чувствительности канала записи — воспроизведения и координата ее максимума.

В докладе обсуждаются результаты моделирования, выполненные по описанной выше методике, и сравниваются результаты расчета с экспериментальными данными.



*Р. П. Ясинавичюс*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАКТОВ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ — ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

При испытании и настройке аппаратуры магнитной записи часто бывает необходимо измерить и оценить амплитудно-частотные и фазово-частотные соотношения, возникающие как во всем тракте, так и в его отдельных звеньях.

Одним из лучших способов такого исследования является импульсный (многочастотный) метод. Суть этого метода — сравнение комплексных спектров импульсов воздействия, поступающих на вход исследуемой цепи, импульсов отклика, получаемых на выходе этой цепи. Для исследования сквозных трактов необходимо, чтобы передаточная характеристика была линеаризирована при помощи высокочастотного подмагничивания.

Приводятся расчетные формулы и программа численного Фурье-анализа импульсов произвольной формы при помощи ЭЦВМ «Минск-22».

Приводятся результаты исследования комплексных коэффициентов передачи в электрических и магнитных цепях магнитных головок, показывается зависимость соотношения продольной и вертикальной составляющих остаточного намагничивания в носителе от длины волны записи, толщины рабочего слоя и величины тока высокочастотного подмагничивания. Рассматриваются влияния параметров отдельных звеньев на амплитудно-частотные характеристики и характеристики фазовых искажений реальных трактов магнитной записи — воспроизведения. Анализируются погрешности измерения и даны рекомендации для их уменьшения.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

*Е. И. Смирнов, Р. П. Ясинавичюс, В. П. Гераськов*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ НОСИТЕЛИ

Максимальная плотность записи импульсных сигналов зависит от разрешающей способности магнитных головок, магнитных свойств носителей, режимов записи и от параметров записываемых импульсов.

Мерой разрешающей способности линеаризированного при помощи высокочастотного подмагничивания тракта магнитной записи — воспроизведения может служить его импульсная характеристика.

Приводятся результаты расчета импульсных и плотностных характеристик реальных трактов при разных типах носителей. Показано, как зависит разрешающая способность от толщины и магнитных свойств носителей записи. Приведенные экспериментальные результаты подтверждают правильность расчетов и устанавливают зависимость разрешающей способности от режима записи.

*В. И. Щербина, А. Д. Поляков*

### О ДОПУСТИМОЙ ВЕЛИЧИНЕ КОМБИНАЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ВИДЕОЗАПИСИ

Использование метода «двух частот» при измерении отношения сигнал/помеха в видеозаписи позволило оценить уровень помех в сигнале на выходе видеомагнитофона, включая комбинационные. Сравнение результатов визуальной оценки изображения и измерений отношения сигнал/помеха методом двух частот позволяет считать допустимой величину комбинационных искажений, близкую к —37 *дб*.

*В. Н. Филинов, Г. В. Гитлиц*

### ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ ТРАКТА ПРИ МОДУЛЯЦИОННЫХ МЕТОДАХ ЗАПИСИ

Обычно принятая оценка системы точной магнитной записи по величине среднеквадратичной погрешности в ряде случаев, особенно при статистических измерениях, является недостаточной.



Для более полной оценки системы необходимо знать закон распределения сигнала и помехи на выходе демодулятора при учете помех тракта записи — воспроизведения.

В работе получены выражения для этих законов распределения в общем виде для систем точной записи, использующих прямую демодуляцию и демодуляцию по отношению.

Показано, что в реальных ситуациях вид закона распределения выходного сигнала может значительно отличаться от вида распределения записываемого сигнала.

*Ю. Д. Смолянников, С. Я. Сапельников, В. Н. Чулков*

### ЛЕНТОПРОТЯЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ СО СКОРОСТЯМИ 0,1—10 М/СЕК С ВЕДУЩИМ И БЕЗ ВЕДУЩЕГО ВАЛА

Рассмотрены некоторые вопросы проектирования специального многоскоростного лентопротяжного механизма (ЛПМ) с диапазоном скоростей транспортирования магнитной ленты (МЛ) от 10 *см/сек* до 10 *м/сек* при жестких требованиях по надежности и сроку службы.

Проанализированы существующие схемы построения ЛПМ и на основе анализа выбрана комбинированная электромеханическая схема обеспечения постоянства скорости и натяжения магнитной ленты.

Постоянство скорости транспортирования МЛ на малых скоростях обеспечивается с помощью ведущего вала, а постоянство натяжения — регулированием моментов двигателей подающего и приемного узлов. На высоких скоростях применена система транспортирования МЛ без ведущего вала. При этом постоянство скорости обеспечивается астатической системой автоматического регулирования (САР), регулирующей напряжение на двигателе подающего узла по результату сравнения опорного сигнала с сигналом датчика скорости ленты.

Постоянство натяжения носителя обеспечивается статической системой автоматического регулирования, регулирующей напряжение на двигателе приемного узла по сигналу с датчика натяжения ленты.

Рассмотрены вопросы торможения ЛПМ с использованием электродинамического торможения двигателей.

Поясняются конструктивные особенности ЛПМ.

Приводятся экспериментальные данные о работе ЛПМ на различных скоростях.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

способ линеаризации, как применение подмагничивания высокочастотным полем.

Высокочастотное подмагничивание — это предел, к которому стремится подмагничивание переменным полем, когда частота подмагничивания увеличивается настолько, что сам сигнал подмагничивания практически уже не записывается. Интересно отметить, что в магнитофоне при записи обычной головкой в поверхностной части рабочего слоя ленты может осуществляться подмагничивание переменным полем и одновременно в глубинной части — высокочастотное подмагничивание.

Возможны различные варианты применения высокочастотного подмагничивающего поля. Если поле записываемого сигнала (достаточно низкой частоты) и амплитуда поля подмагничивания, действующие на элемент движущегося носителя, убывают одновременно по одному и тому же закону, то такое намагничивание называют квазиидеальным. Это наиболее распространенный вариант использования высокочастотного подмагничивания.

Второй вариант отличается тем, что поле подмагничивания уменьшается при неизменном поле сигнала, которое ослабевает до нуля только в конце процесса. Такое намагничивание называют идеальным.

Идеальное намагничивание не столь уж «идеально» для магнитной записи, так как происходящее уменьшение нелинейных искажений незначительно, зато возрастают волновые потери и понижается стабильность записи. Кроме того, намного труднее сконструировать магнитную головку, которая осуществляла бы такое намагничивание. Поэтому идеальное намагничивание имеет значение главным образом при различных специальных измерениях.

Возможен и третий вариант, обратный квазиидеальному намагничиванию. При нем поле сигнала возрастает по мере уменьшения амплитуды поля высокочастотного подмагничивания. Этот вариант, вероятно, имеет значение также только для измерительных целей.

Действие высокочастотного подмагничивания можно рассматривать как особый способ организации (коммутации) отдельных магнитных элементов (доменов) носителя в желательном порядке.

Все варианты использования высокочастотного подмагничивания называют также безгистерезисным намагничиванием, потому что при них устраняется главное проявление гистерезиса — неоднозначность функции $J_r(h)$.



Следует, однако, отметить, что безгистерезисное намагничивание не всегда означает и линеаризацию функции $J_r(h)$, к чему мы стремимся, используя подмагничивание. Так, например, для одного магнитного элемента (домена) эта характеристика остается скачкообразной. Линеаризация возможна лишь для ансамбля гистерезисных элементов и при условии, что между элементами ансамбля существует неоднородное взаимодействие.

Высокочастотное подмагничивание можно использовать также в сочетании с другими способами подмагничивания — подмагничиванием постоянным полем и подмагничиванием переменным полем. Такое комбинированное подмагничивание имеет интересные особенности и преимущества, и, как для всех остальных перечисленных выше способов подмагничивания, для него существует своя область практического применения.

При всех способах подмагничивания оно представляет собой преднамеренное воздействие на носитель некоторым магнитным полем, которое создается специально предусмотренным внешним источником. Но кроме этого возможны и случаи непреднамеренного подмагничивания, когда оно осуществляется без такого внешнего источника. Такие случаи столь часты, что можно даже утверждать о редкости альтернативы — записи без подмагничивания.

Когда ток сигнала имеет сложную форму, то, исследуя прохождение одной из составляющих сигнала, мы обязаны считаться с подмагничивающим влиянием других составляющих. Например, при записи без преднамеренного подмагничивания, низкочастотные составляющие сигнала создают для высокочастотных режим подмагничивания постоянным полем, а высокочастотные составляющие могут создать для низкочастотных или подмагничивание переменным полем, или высокочастотное подмагничивание.

Чтобы отличить непреднамеренное подмагничивание, предлагается назвать его автоподмагничиванием и дополнить таким термином ГОСТ 13699—68.

Автоподмагничивание может создаваться не только некоторыми составляющими тока записи, но и собственным полем уже сформированной сигналограммы. В этом случае мы встречаемся с очень сложной проблемой несовпадения в пространстве полей сигнала и подмагничивания аналогично тому, как это происходит в магнитных головках Камараса и АКАИ.

При цифровой импульсной записи, когда ток записи имеет форму меандра, автоподмагничивание производится как выс-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СЕКЦИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ

*С. Б. Пушкин*

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭТАЛОНА ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ СССР

В 1967 г. Постановлением Комитета стандартов мер и измерительных приборов при СМ СССР был утвержден Государственный эталон времени и частоты СССР (ГЭВЧ СССР) с погрешностью воспроизведения размера единицы времени (и частоты) $\pm 1 \cdot 10^{-11}$. К 1970 г. были разработаны новые генераторы на атомарном водороде и усовершенствованы кварцевые часы, являющиеся основой ГЭВЧ, введена в строй новая сличительная аппаратура, а погрешность эталона в целом была доведена до $\pm 5 \cdot 10^{-12}$.

В 1970—1971 гг. с целью переопределения состава, функциональной схемы и основных метрологических характеристик эталона была проведена переаттестация ГЭВЧ СССР.

| № п/п | Наименование причины, вызывающей сдвиг частоты | Величина сдвига $\Delta f$, *гц* | $\sigma\Delta f$, *гц* |
|---|---|---|---|
| 1 | Сдвиг частоты из-за влияния магнитного поля в области накопительной колбы | $-2 \div 4$ | $\pm 0{,}002$ |
| 2 | Сдвиг частоты из-за расстройки резонатора ВГ: | | |
| | а) при настройке по амплитуде генерации | 0 | $\pm 0{,}0015$ |
| | б) при настройке модуляцией интенсивности пучка | 0 | $\pm 0{,}003 \div 0{,}004$ |
| 3 | Сдвиг частоты из-за эффекта Допплера II порядка | $-0{,}0575$ (21°C) | $\pm 0{,}0005$ (21°±2°C) |
| 4 | Сдвиг частоты из-за изменения свойств покрытия накопительной колбы при изменении температуры | 0 (21°C) | 0,0015 (21°±2°C) |
| 5 | Сдвиг частоты из-за столкновений атомов о стенки накопительной колбы | $-0{,}065$ | $\pm 0{,}006$ |
| 6 | Замена накопительных колб одинакового объема, покрытых по единой технологии | 0 | $\pm 0{,}003$ |



Каждый из водородных генераторов состоит из собственно генератора и сличительного устройства. При их исследованиях переопределялись параметрические зависимости частот, данные о которых сведены в вышеприведенную таблицу.

В соответствии с таблицей погрешность воспроизведения частоты невозмущенного перехода атомов водорода составляет $\pm 7 \cdot 10^{-12}$ и погрешность воспроизведения частоты с приписанным при аттестации сдвигом частоты из-за столкновений атомов о стенки накопительной колбы $\pm 3 \cdot 10^{-12}$.

Долговременные метрологические характеристики частот водородных генераторов за интервалы усреднения 1, 5, 10 суток определялись по результатам взаимных сличений их частот. Оказалось, что их средняя квадратическая вариация в зависимости от увеличения интервала изменяется от $1 \cdot 10^{-12}$ до $2 \cdot 10^{-13}$.

Кварцевые часы, входящие в ГЭВЧ, являются хранителями шкалы времени. Они состоят из кварцевого генератора и делителей частоты. При исследованиях кварцевых часов определялись параметрические зависимости частот генераторов и фазовые нестабильности секундных сигналов делителей частоты. По данным исследований погрешность частот кварцевых генераторов от нестабильности параметров их схем, температуры внутренних термостатов, источников питания, амплитуды колебания напряжения на резонаторах и параметров кварцевых резонаторов составляет $\pm (3 \div 5) \times 10^{-12}$, а фазовая нестабильность секундных сигналов делителей $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ *сек*.

Долговременные метрологические характеристики кварцевых часов определялись по материалам взаимных сравнений кварцевых часов и оказались равными: средняя квадратическая вариация суточного хода $\pm (2 \div 4) \cdot 10^{-7}$ *сек*., ускорения суточного хода $(3 \div 10) \cdot 10^{-7}$ *сек*.

На момент переаттестации ГЭВЧ СССР его функциональная схема имеет следующую структуру.

Основу эталона составляют водородные генераторы и кварцевые часы. Погрешность воспроизведения частоты водородных генераторов $\pm 3 \cdot 10^{-12}$, а их долговременная нестабильность менее $\pm 1 \cdot 10^{-12}$.

Группа кварцевых часов как групповой хранитель шкалы атомного времени характеризуется средней квадратической вариацией суточного хода $\sigma \pm 3 \cdot 10^{-7}$ *сек* и ускорением суточного хода $\nu = 5 \cdot 10^{-7}$ *сек*.

Сравнения частот генераторов производятся со средней квадратической погрешностью, равной $(2 \div 10) \cdot 10^{-13}$, а сравнения часов — с погрешностью, равной $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ *сек*.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

кундные импульсы, передаваемые в составе телевизионного сигнала, непосредственно несут информацию о моменте времени секундных импульсов часов Государственного эталона времени и частоты (ГЭВЧ).

Регистрация этих сигналов в месте приема дает возможность совместить момент выхода секундных импульсов местных часов с секундными импульсами часов ГЭВЧ (с учетом времени распространения сигналов по РРЛ или МКЛ) без какой-либо дополнительной информации.

2. Пассивные системы, в которых телевизионные сигналы (фронт первой врезки кадрового синхроимпульса) или маркирующие импульсы, передаваемые в составе телевизионного сигнала, используются как вспомогательные сигналы, одновременно регистрируемые каждую секунду в различных пунктах.

Обмен информацией о результатах измерений в этом случае производится по дополнительному каналу связи, либо информация передается из одного пункта в другой в виде кода в составе телевизионного сигнала.

Активные системы предусматривают наличие на передающем телецентре хранителя времени и частоты, воспроизводящего в течение определенного промежутка времени шкалу ГЭВЧ.

Контроль за работой хранителя производится по результатам приемов телевизионных сигналов в пункте расположения ГЭВЧ, а корректировка его параметров (номинальное значение частоты и момент выхода секундных импульсов) осуществляется дистанционно с помощью сигналов управления, передаваемых по телефонной линии, связывающей передающий телецентр с пунктом контроля.

В промежутках между сеансами контроля, производимыми в пункте расположения ГЭВЧ, момент выхода антенны телевизионного передатчика кадровых синхроимпульсов сравнивается с моментом выхода секундных импульсов местных часов.

Централизованная система синхронизации, введенная на техническом телевизионном центре в г. Москве, позволяет любому аппаратно-студийному блоку (АПБ) телецентра использовать синхросмесь, сформированную из эталонной частоты местного хранителя.

Однако различная длина соединительных линий, связывающих каждый АПБ с передатчиком, и различная задержка аппаратуры приводят к тому, что момент выхода кадровых синхроимпульсов с антенны передатчика будет изменяться при переходе от одного АПБ к другому.



По результатам непрерывных измерений, выполняемых на телецентре, определяется величина уклонения момента кадровых синхроимпульсов по отношению к секундным импульсам местных часов и автоматически с помощью фазовращателей, стоящих в цепи формирования двойной строчной частоты, сводится к заданной величине (с учетом задержки приемно-регистрирующей аппаратуры и времени распространения).

Параметры системы автоматического управления моментом выхода кадровых синхроимпульсов выбраны так, что максимальная величина рассогласования, равная 10 *мсек* (половина периода повторения кадровых импульсов), отрабатывается за время порядка 1 *мин* с помощью двух ступеней регулирования — грубой с погрешностью $\pm 10$ *мксек* и точной с погрешностью $\pm 0{,}2$ *мксек*.

*Г. Н. Палий, Ю. Д. Иванова*

## ПРИВЯЗКА ШКАЛ ВРЕМЕНИ ПО СИГНАЛАМ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ, ПЕРЕДАВАЕМЫМ ЧЕРЕЗ ДВ И КВ РАДИОСТАНЦИИ

В настоящее время для привязки шкал времени и сличения частоты генераторов, воспроизводимых на территории СССР и за ее пределами, широко используются сигналы точного времени и высокостабильные несущие частоты ДВ и КВ радиостанций.

Расхождение моментов сигналов точного времени относительно сигналов точного времени, излучаемых этими радиостанциями и синхронизированных со шкалой Государственного эталона времени и частоты СССР, определяется по формуле

$$\Delta T = t^{м}_{изм} - \tau_{р} - \tau^{м}_{з} \pm \delta,$$

где $t^{м}_{изм}$ — измеренный в пункте приема временной интервал между секундным импульсом местных часов и принятым секундным импульсом; $\tau_{р}$ — время прохождения сигнала времени от антенны радиостанций до антенны пункта приема;

$\tau^{м}_{з}$ — задержка приемно-регистрирующей аппаратуры приемного пункта; $\delta$ — погрешность регистрации, определяемая дисперсией принятого сигнала и инструментальной погрешностью аппаратуры регистрации.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Если значения $t^{м}_{изм}$ и $t^{м}_{з}$ могут быть определены с необходимой точностью, то значения $\delta$ и $\tau_р$ требуют тщательного изучения и внимания.

Для уменьшения погрешности привязки шкал времени по КВ радиостанциям за счет дисперсии принимаемого сигнала времени применяется метод усреднения результатов многократной регистрации, а для уменьшения погрешности привязки за счет неточного определения $\tau_р$ разработан и экспериментально проверен метод определения высоты слоя отражения сигналов времени с максимальным использованием данных, приведенных в прогнозах.

Для повышения достоверности привязки и самоконтроля рекомендуется метод многократной перепривязки шкал времени.

*Г. Н. Палий, Ю. А. Федоров*

## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СИНХРОНИЗАЦИИ МЕР ЧАСТОТЫ И ПРИВЯЗКИ ШКАЛ ВРЕМЕНИ

До последних лет основными средствами синхронизации мер частоты и привязки шкал времени являлись радиостанции различных диапазонов радиоволн. Эти средства в настоящее время не могут удовлетворить требованиям, предъявляемым различными областями науки и техники.

Экспериментальные и теоретические исследования, выполненные в СССР и за рубежом, показали, что при использовании широкополосных систем связи и телевидения можно обеспечить высокую точность привязки шкал времени и синхронизации мер частоты за короткие интервалы времени.

Такими каналами могут быть РРЛ, передачи телевидения, каналы, использующие отражения от метеорных следов (МС), и системы спутниковой связи и телевидения через ИСЗ типа «Молния-1».

Эти каналы обладают следующими преимуществами:

— используются уже созданные и эксплуатируемые системы связи и телевидения;

— время прохождения сигналов между приемным и передающими пунктами может быть определено в любое время привязки с высокой точностью;

— высокая стабильность во времени характеристик каналов;

— широкая полоса пропускания частот до 8 *Мгц* с большим отношением сигнал/шум.



Экспериментальные результаты измерений показали, что время прохождения сигналов времени по каналам РРЛ, МС, ИСЗ может быть определено с погрешностью порядка 0,1 *мксек*.

Погрешность привязки часов, расположенных в зоне действия внутригородского телевизионного вещания, зависит в основном от погрешности определения расстояния между пунктами привязки.

При использовании междугородних радиорелейных и кабельных каналов связи и неспециализированного оборудования погрешность взаимной привязки шкал времени определяется количеством ретрансляционных пунктов, флюктуациями задержки трактов передачи сигналов и изменениями задержки в аппаратуре местных телевизионных центров.

Режимы и средства привязки шкал времени, а также результаты экспериментальных работ, проводимых с целью сличения часов, расположенных на различных расстояниях друг от друга.

В настоящее время производятся экспериментальные передачи сигналов точного времени по каналам первой программы общесоюзного телевизионного вещания для обеспечения привязки шкал времени, воспроизводимых на Европейской территории СССР.

*А. М. Федоров*

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАДИОЧАСТОТАХ

Исходным средством установления единства измерения напряжений при высоких частотах служит болометрический измеритель напряжения ВНИИМ. Он позволяет градуировать (аттестовать) образцовые электронные вольтметры 1-го разряда при напряжениях от 0,1 до 1 *в* в диапазоне частот от 100 до 150 *Мгц* с погрешностью не более $\pm$ (0,1—1,0) %. При напряжениях более 1 *в* образцовые вольтметры первого разряда аттестуют при частотах до 1000 *Мгц* с помощью гетеродинного измерителя отношения напряжений.

В качестве образцовых вольтметров 1-го разряда применяют диодные компенсационные вольтметры типа В3-8 (ОКВ-2) и В3-24, аттестованные при частотах до 1000 *Мгц*. Их погрешность после аттестации не превышает $\pm$ (0,2—1,7) %. С помощью образцовых вольтметров первого разряда методом непосредственного сличения аттестуют образцовые



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

вольтметры 2-го разряда, в качестве которых используют диодные компенсационные вольтметры типа В3-8 (ОКВ-2), В3-24 и В4-11 (ОКВ-5). Их погрешность после аттестации не превосходит ± (0,2—2,5) % при частотах до 1000 *Мгц*. Образцовые вольтметры второго разряда в комплекте с генераторами, фильтрами и согласующими и соединительными элементами, входящими в комплект установки УПВ-1000, применяют для поверки и градуировки рабочих электронных вольтметров.

Электронные милливольтметры поверяют с помощью разработанной ВНИИМ установки типа УПМВ-1А, позволяющей воспроизводить напряжение от 0,1 до 300 *мв* в диапазоне частот 30—1000 *Мгц* с погрешностью не более ± (1—2) %. Для этих целей можно применить также делители напряжения типа ДНВ-5 и ДНВ-6. Эти делители в комплекте с диодными компенсационными вольтметрами типа В3-8, В3-9 и В3-24 позволяют воспроизводить напряжение от 1 до 200 *мв* в диапазоне частот от постоянного тока до 1000 *Мгц* с погрешностью не более ± (1—5) %.

При частотах от 1000 до 3000 *Мгц* рабочие электронные вольтметры поверяют (градуируют) косвенным методом по известной (измеряемой) проходящей мощности и значению волнового сопротивления тракта передачи. Погрешность этого метода не превосходит ± (2,5—7) %.

При частоте градуировки (55,400 или 1000 *гц*) рабочие электронные вольтметры и милливольтметры поверяют с помощью специализированных установок типа В1-2 и В1-4, воспроизводящих известные напряжения. Их погрешность не превосходит соответственно ±1 и ±0,5%.

*В. А. Шведов, В. Р. Лопань*

### ОБРАЗЦОВЫЙ ФОТОАМПЕРМЕТР С ТРАНСФОРМАТОРАМИ ТОКА В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 0,1—75 Мгц

Разработана образцовая аппаратура, предназначенная для поверки амперметров высокой частоты от 1 до 20 *а* в диапазоне частот 0,1—75 *Мгц*.

В основу аппаратуры положен метод, использующий трансформатор тока высокой частоты, во вторичную цепь которого включаются фотоэлектрические преобразователи.

Перекрытие динамического диапазона осуществляется набором преобразующих элементов, а частотного — двумя сменными трансформаторами тока. Поверка рабочих приборов осуществляется в симметричной и несимметричной схемах включения.

Приводится результирующая погрешность аппаратуры, включающая в себя составляющие погрешности коэффициента трансформации трансформатора тока и погрешности фотоамперметра. Рассматривается влияние вторичных факторов на величину коэффициента трансформации. Суммарная погрешность прибора не превышает 1% на частотах до 20 *Мгц* и 2% на частотах до 75 *Мгц*.

Обсуждается возможность расширения частотного и динамического диапазонов.

*В. Г. Чуйко, В. Д. Фрумкин*

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ СВЧ МОЩНОСТИ В ВОЛНОВОДНЫХ ТРАКТАХ

Наличие большого количества ваттметров СВЧ привело к необходимости создания образцовых средств измерений для поверки рабочих приборов. Воспроизведение единицы мощности СВЧ в волноводных трактах с наивысшей достижимой точностью должно осуществляться Государственным эталоном мощности электромагнитных колебаний в волноводных трактах. Главные требования, предъявляемые к эталону мощности, — это: 1) минимальная погрешность воспроизведения размера единицы; 2) минимальная погрешность и удобство передачи размера единицы от эталона к образцовым и далее рабочим приборам.

Среди методов позволяющих достигнуть высокой точности измерений СВЧ мощности, выделяется тот, в основу которого положено применение болометрических или термисторных головок, коэффициент преобразования которых определен при помощи калориметрического компаратора. Этот метод позволяет снизить погрешность измерения СВЧ мощности до 0,2—0,4%. Применение проточного калориметрического компаратора позволяет реализовать этот метод для термисторных головок с сечением волноводов, работающих в диапазоне частот 2,59—37,5 *Гец*, и значительно повысить производительность аппаратуры эталона. Динамический диапазон $10^{-2}$ —$10^{-3}$ *вт*, в котором работает аппаратура Госэталона, определяется мощностью широкополосных генераторов сигналов, составляющей как правило, 5 — 40 *мвт* и большим количеством ваттметров малой мощности, требующих государственной поверки, испытаний и градуировки.





Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

В качестве эталонных термисторных приемных преобразователей используются термисторные головки, аналогичные по конструкции термисторным головкам М5-40 — М5-45 и приспособленные для работы в проточном калориметрическом компараторе. В составе эталона мощности предполагается иметь как ваттметры проходящей мощности (четырехполюсники), так и ваттметры поглощаемой мощности. Наличие двух типов приборов в составе эталона позволяет осуществить передачу размера единицы от эталона к образцовым приборам 1-го разряда с минимальной погрешностью. В качестве ваттметров проходящей мощности используют калибраторы мощности сантиметрового и миллиметрового диапазонов. Неисключенный остаток систематической погрешности эталона СВЧ мощности, характеризующей степень согласования размера единицы мощности (ватт) на СВЧ с размерами основных единиц, не превышает 0,3% в диапазоне частот 2,59 — 37,5 *Гец*. Среднее квадратическое отклонение, характеризующее случайную погрешность передачи размера единицы образцовым приборам 1-го разряда, составляет 0,25—0,35%.

*В. С. Жилков, Р. Р. Валитов,*
*Н. Ф. Демьянков, В. Н. Переяславец*

## ПОНДЕРОМОТОРНЫЕ ВАТТМЕТРЫ СВЧ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ДАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Одним из проявлений механического действия электромагнитных волн при их распространении по направляющим системам является эффект давления, испытываемого стенками линии передачи.

Указанное явление может быть положено в основу создания индикаторов интенсивности электромагнитных колебаний, а при соответствующей калибровке последние могут быть использованы как абсолютные ваттметры в широком динамическом и частотном диапазонах.

В последнее время предложен ряд новых схем ваттметров давления, на базе которых показана возможность не только их аттестации по методу Каллена, но и существеннно улучшены их эксплуатационные параметры. В частности, частотный диапазон приборов расширен применением распределенного датчика давления в виде неэквидистантной решетки. Для уменьшения погрешности рассогласования предложена двухэлементная схема с датчиками в противоположных стенках и схема на основе направленного ответвителя.



Электрическая прочность измерителя существенно повышается, если пластина датчика включена в плечо Т-моста с подвижными короткозамыкателями. Наконец, высокая надежность и удобство эксплуатации достигается использованием в качестве индикатора давления механотронного преобразователя.

На основе проведенных исследований были разработаны действующие макеты приборов для волноводных каналов сечением 23×10, 35×15, 90×45, 120×57 *мм*. В зависимости от сечения чувствительность измерителей составляла 2—10 *вт*, пределы измерения 20—100—5000 *вт*, диапазон частот $f_{ср} \pm 10\%$ и погрешность 4,5%.

*А. С. Елизаров, С. И. Гечяускас,*
*В. И. Калинин, Ю. К. Пожела*

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ФАЗОВЫХ СДВИГОВ НЕВЗАИМНЫХ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ ДЛЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ

В технике СВЧ широко распространены невзаимные четырехполюсники (НВЧП). Они эксплуатируются в большом интервале мощностей, что обусловливает необходимость разработки и исследования методов измерения их параметров не только на малых и средних, но и на высоких уровнях мощности (ВУМ). К числу наиболее важных параметров НВЧП относятся фазовые сдвиги при прямой и обратной волн ($\varphi_{пр}$ и $\varphi_{обр}$) и невзаимный фазовый сдвиг ($\Delta\varphi$).

Существующие методы измерения фазовых сдвигов на ВУМ требуют переориентации НВЧП при переходе от измерения $\varphi_{пр}$ к измерению $\varphi_{обр}$, что снижает точность и скорость проведения измерений, не обеспечивает непосредственного измерения $\Delta\varphi$ и затрудняет автоматизацию процесса измерения.

В докладываемой работе предлагается функциональная схема устройства, обеспечивающего непосредственное измерение $\varphi_{пр}$, $\varphi_{обр}$ и $\Delta\varphi$ на ВУМ при однозначном отсчете в пределах 0—360°. При свипировании частоты генератора обеспечивается панорамное воспроизведение фазо-частотных характеристик. Основными функциональными узлами фазометра являются: симметричный кольцевой тракт, фазовый СВЧ дискриминатор, безынерционные измерители мощности и индикаторное устройство.

Методом сигнальных графов проведен анализ погрешностей измерения, обусловленных рассогласованием и пара-



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

зитными связями между каналами фазового дискриминатора. Результаты экспериментальных исследований подтверждают целесообразность использования данного устройства для измерения $\varphi_{пр}$, $\varphi_{обр}$ и $\Delta\varphi$ на ВУМ.

*И. Н. Салий, В. С. Ховратович*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ С ТЕМ-ВОЛНАМИ НА МОДЕЛЯХ С ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ**

Для расчета многих СВЧ систем, например направленных ответвителей, фильтров штыревых замедляющих систем, необходимо знание некоторых параметров многопроводных регулярных линий с ТЕМ-волнами. Задача определения характеристических импедансов, коэффициентов связи, фазовой скорости волны передающей линии является двумерной электростатической и сводится к нахождению параметров, являющихся элементами максвелловской емкостной матрицы.

Измерение частичных емкостей линий передачи проводится на воздушной ванне, которая представляет собой набор металлических электродов, расположенных в воздухе, поперечное сечение которых геометрически подобно исследуемой системе. В модели запитываемой от генератора переменного напряжения звуковой частоты возбуждается поле, удовлетворяющее уравнению Лапласа. Для исключения влияния краевых емкостей каждый электрод модели состоит из трех изолированных друг от друга секций. Все три секции находятся практически под одним потенциалом, но в измерительную цепь включается лишь средняя доля секции. Измеряемой величиной является ток смещения пропорциональной емкости.

Предлагаемая методика наряду с возможностью измерения емкостей позволяет непосредственно измерять волновое сопротивление и коэффициент связи как однородных линий передач, так и линий с частичным диэлектрическим заполнением.

*А. В. Пурлис, Н. М. Чиркин*

**БАЛАНСНЫЙ ФАЗОВЫЙ ДЕТЕКТОР НА СФЕРЕ ЖИГ**

Сообщаются результаты теоретического и экспериментального исследований электрически перестраиваемого балансного фазового детектора, представляющего собой ортогонально включенные витки связи, в центре которых размещена сфера ЖИГ или Cd-Bi-V.

Данный детектор позволяет измерить отклонение фазы в пределах $\pm 30°$, при этом его показания линейно зависят от изменения фазы входного сигнала.

Предлагаемая конструкция детектора позволяет свести ложные резонансы до минимума. Фазовый детектор может быть использован в качестве частотного дискриминатора.

*С. Г. Герц*

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭОС КИНЕСКОПОВ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ДОПУСКОВ**

В докладе в общем виде ставится задача расчета системы конструктивных размеров элементов электронных приборов и допусков на них по заданным ТУ выходным параметрам.

Показывается, что эта задача может быть решена путем добавления к системе уравнений, определяющих выходные параметры прибора и его допуски, еще одного уравнения, называемого «функцией качества» (оценочной функцией) прибора.

Предлагаемый метод, позволяющий оптимизировать систему размеров и допусков на них, основан на нахождении условного экстремума функции качества с помощью неопределенных множителей Лагранжа при условии выполнения заданных параметров. Разработанная методика конкретизируется на примере расчета ЭОС кинескопов.



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

## СОДЕРЖАНИЕ

*Секция автоматической коммутации и сетей связи*


Г. Б. Давыдов, В. Н. Рогинский
Проблемы объединения сетей связи . . . . . 3

Я. Я. Лочмелис
К вопросу построения телефонных сетей с применением подстанций и концентраторов . . . . . 5

В. В. Семченко
О возможности автоматизации связи между некоммутируемыми радиосетями (подвижные объекты) и местной телефонной сетью связи . . . . . 6

С. Н. Осипов, Б. Н. Федоров
Применение адресно-кодового метода передачи информации для построения единой (интегральной) системы уплотнения и коммутации . . . . . 7

С. Н. Осипов, Б. Н. Федоров, С. С. Цветков
Исследование некоторых вопросов синхронизации при адресно-кодовом методе передачи информации . . . . . 8

Б. П. Цанков
Построение концентраторов и их использование в ИЦСС . . 9

Т. М. Султанов
Об одной структуре сети связи . . . . . 10

Н. Г. Дементеева
О качестве обслуживания междугородной телефонной нагрузки при немедленной и заказной системах эксплуатации . . . . 10

Г. П. Захаров
Оценка эффективности многополюсной сети связи . . . . 11

А. В. Бутрименко
Распределение потоков сообщений в сети с учетом старения сообщений . . . . . 13

А. М. Светлицкий, В. Т. Юхно
Оценка эффективности алгоритмического метода оптимального распределения каналов в многополюсной сети связи . . . 17

Г. Я. Ляховецкий, М. Ш. Захидов
Об оптимальном режиме переключений в коммутируемых сетях 18





А. И. Васильченко
К вопросу обслуживания абонентов пассивной подстанции, управляемой по общему каналу сигнализации . . . . . 19

В. К. Капров
Структура блока электронной коммутации каналов ИКМ . . 19

Н. Д. Наумова, Л. В. Голомшток, А. А. Бескинд
Дополнительные виды обслуживания в перспективных АТС с записанной программой . . . . . 20

Л. В. Голомшток, Т. В. Кирилличева, Г. Г. Морозов
Организация контроля коммутационного оборудования электронных АТС с импульсно-кодовой модуляцией . . . . . 21

А. Г. Попова, Ю. В. Соловой
Структура квазиэлектронной АТС с дополнительными видами обслуживания . . . . . 21

В. И. Городецкий, С. В. Голомолзина
О построении подсистемы коммутации низкоскоростных телеграфных каналов . . . . . 22

А. С. Подаков
Организация вычислительного процесса в электронной системе коммутации каналов . . . . . 23

А. С. Подаков, В. А. Петренко
Организация процесса коммутации в электронной системе коммутации каналов . . . . . 24

Н. С. Чагаев
Методы исследования алгоритмов диспетчирования в квазиэлектронных узлах коммутации . . . . . 25

Е. С. Запасская
Структурный анализ и синтез конечных автоматов с мостиковой структурой . . . . . 26

В. А. Миличев
Упрощение схем алгоритмов с произвольными функциями преобразований . . . . . 26

Э. Б. Ершова, Т. А. Куликова
Об оценке сложности коммутационных систем интегральных узлов связи . . . . . 27

Г. П. Башарин, П. П. Бочаров, В. Т. Лысенкова, И. П. Пацей
Об анализе и оптимальном синтезе многолинейных систем массового обслуживания с ограниченной очередью . . . . . 28

Ю. Н. Корнышев
Исследование потока повторных вызовов при наличии мест ожидания . . . . . 30

М. А. Шнепс-Шнеппе
К расчету пропускной способности квазиэлектронной АТС . . 32

М. Ш. Захидов, Г. Я. Ляховецкий
О средних потерях нагрузки с колеблющейся интенсивностью 33

М. Ш. Захидов, Г. Я. Ляховецкий
Приближенные формулы для количества приборов и пропускной способности полнодоступных пучков линий . . . . 34




Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Г. П. Башарин, В. А. Кокотушкин, В. А. Наумов, А. Л. Толмачев
Исследование обслуженной и избыточной нагрузки систем массового обслуживания ограниченной емкости . . . . . 34

*Секция телевидения*

В. Г. Маковеев
Автоматизация в телевизионном вещании . . . . . 36
И. А. Росселевич, С. П. Пивоваров, А. М. Максимов
Применение специализированных управляющих машин в телевизионном вещании . . . . . 39
К. А. Ященко
Некоторые проблемы автоматизации процессов подготовки и передачи телевизионных программ . . . . . 40
К. А. Ященко
Некоторые проблемы и перспективы развития цветного телевидения в СССР . . . . . 41
В. И. Пархоменко
Развитие магнитной видеозаписи в телевизионном вещании 41
Л. Г. Лишин, Л. С. Мурашов
Перспективы бытовой видеозаписи . . . . . 44
Л. Н. Шверник
Проекционные светоклапанные телевизионные устройства с большим экраном . . . . . 45
М. И. Кривошеев, В. П. Дворкович, А. Ш. Хазанов, Л. С. Виленчик
Анализ искажений телевизионных испытательных сигналов в системах с частичным подавлением одной боковой полосы 45
Ю. И. Серебряков
Усовершенствование схем телевизионной развертки . . . . 46
А. П. Сорензон
О влиянии нелинейности тракта на качество цветного телевизионного изображения . . . . . 47
Л. Н. Щелованов
Машинный метод анализа и синтеза трактов изображения и синхронизации телевизионной системы . . . . . 48

*Секция радиовещания, электроакустики и звукозаписи*

Н. Т. Молодая, Л. З. Паперное, Ю. С. Рысин, С. И. Суздалев, П. П. Торощин
Анализ шума на предприятиях проводной связи и методы борьбы с ним . . . . . 50
Н. Т. Молодая, А. В. Никонов, Ю. С. Рысин
Влияние временных характеристик шумомера на результаты измерения шумов . . . . . 53



С. Л. Мишенков, А. Я. Вольский
Итоги исследования помех в вещательных каналах систем дальней связи и их заметности при передаче сигналов информационного вещания . . . . . 54
Г. П. Катунин
Акустические шумы модуляционных трансформаторов-передатчиков . . . . . 54
А. М. Копылов
Оценка линейных переходных помех в сети трехпрограммного проводного вещания . . . . . 55
А. Н. Игнатов, Н. Т. Молодая, Л. З. Паперное, Г. А. Шмалей
О возможности исследования систем озвучения и звукоусиления в залах на моделях . . . . . 56
Л. М. Кононович
Основные проблемы стереофонического радиоприема . . . 57
В. С. Неманов
Вопросы создания нового звукового оборудования радиодомов и телецентров . . . . . 59
В. С. Неманов, М. С. Хвиливицкий
Двумерный индикатор уровня радиовещательных сигналов . . 63
Л. Б. Устинова, Р. А. Кууск
Шумовые характеристики современных усилителей, используемых в студийных устройствах . . . . . 64
М. С. Хвиливицкий
Вопросы расчета характеристик управляемых звеньев авторегуляторов уровня . . . . . 65
С. Е. Юрьева
Статистический анализ автоматических регуляторов уровня . 65
М. С. Яхнина
Устройства автоматического резервирования радиовещательных трактов по уровню звука . . . . . 67
М. В. Гитлиц
О верности воспроизведения магнитной записи . . . . . 68
А. И. Вичес, В. А. Смирнов
Моделирование тракта магнитной записи — воспроизведения гармонических сигналов с высокочастотным подмагничиванием 69
Р. П. Ясинавичюс
Исследование трактов магнитной записи — воспроизведения импульсным методом . . . . . 71
Е. И. Смирнов, Р. П. Ясинавичюс, В. П. Гераськов
Исследование плотностных характеристик магнитной записи на металлические и металлизированные носители . . . . . 72
В. И. Щербина, А. Д. Поляков
О допустимой величине комбинационных искажений при видеозаписи . . . . . 72
В. Н. Филинов, Г. В. Гитлиц
Закон распределения сигнала на выходе тракта при модуляционных методах записи . . . . . 72
Ю. Д. Смолянников, С. Я. Сапельников, В. Н. Чулков
Лентопротяжный механизм для магнитной ленты со скоростями 0,1—10 *м/сек* с ведущим и без ведущего вала . . . 73



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Ю. Л. Богородский
Применение теории дуальных потерь в магнитной видеозаписи 74
В. Г. Корольков
Общий анализ подмагничивания при магнитной записи . . . 74
А. И. Горон
Конфигурация поля записывающей головки . . . . . 79
Ю. В. Скалин
Выбор параметров частотной модуляции в системах точной магнитной записи . . . . . 79
К. И. Шмельков
К вопросу о периодной модуляции . . . . . 80

*Секция радиоизмерений*

С. Б. Пушкин
Современное состояние Государственного эталона времени и частоты СССР . . . . . 82
В. М. Татаренков, А. Н. Титов
Квантовые реперы частоты оптического диапазона . . . . 84
Г. Н. Палий, Ю. А. Федоров
Система автоматической привязки кадровых синхроимпульсов телевидения к Государственному эталону времени и частоты 85
Г. Н. Палий, Ю. Д. Иванова
Привязка шкал времени по сигналам точного времени, передаваемым через ДВ и КВ радиостанции . . . . . 87
Г. Н. Палий, Ю. А. Федоров
Современные средства синхронизации мер частоты и привязки шкал времени . . . . . 88
А. М. Федоров
Современное состояние метрологического обслуживания средств измерения напряжения при радиочастотах . . . . . 89
В. А. Шведов, В. Р. Лопань
Образцовый фотоамперметр с трансформаторами тока в диапазоне частот 0,1—75 *Мгц* . . . . . 90
В. Г. Чуйко, В. Д. Фрумкин
Метрологическое обеспечение измерений СВЧ мощности в волноводных трактах . . . . . 91
В. С. Жилков, Р. Р. Валитов, Н. Ф. Демьянков, В. Н. Переяславен
Пондеромоторные ваттметры СВЧ на основе эффекта давления электромагнитных волн . . . . . 92
А. С. Елизаров, С. И. Гечяускас, В. И. Калинин, Ю. К. Пожела
Измеритель фазовых сдвигов невзаимных СВЧ четырехполюсников для высокого уровня мощности . . . . . 93
И. Н. Салий, В. С. Ховратович
Определение основных параметров линий передачи с ТЕМ-волнами на моделях с воздушной средой . . . . . 94
А. В. Пурлис, Н. М. Чиркин
Балансный фазовый детектор на сфере ЖИГ . . . . . 94
Г. С. Герц
Повышение качества ЭОС кинескопов путем оптимизации допусков . . . . . 95



Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5

STAT

БЕСПЛАТНО

UNCLASSIFIED

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКО
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ А. С.

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО И ДНЮ СВЯЗИСТА

АННОТАЦИИ И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва — 1972

Sanitized Copy Approved for Release 2011/08/05 : CIA-RDP82-00038R002300110001-5